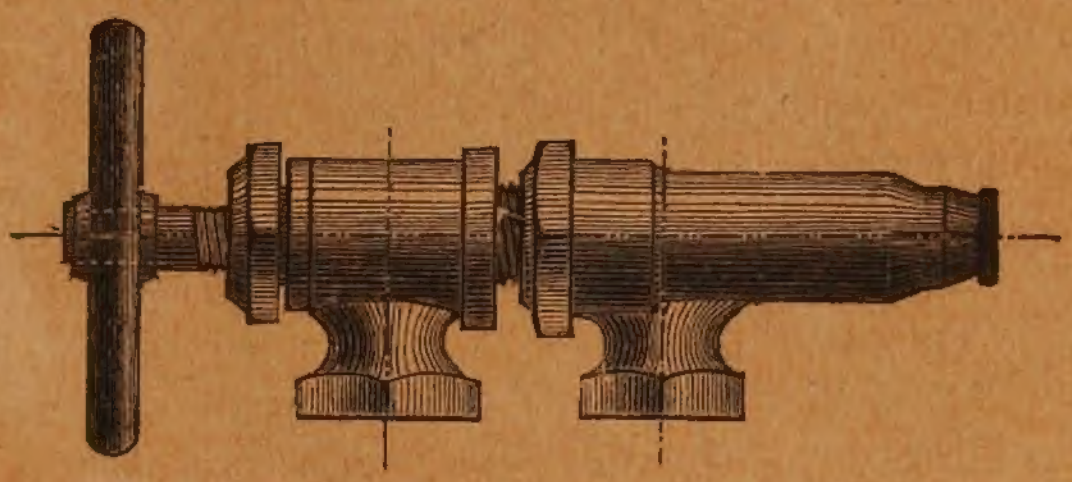
Б53.01
О75

Изданіе Д. Менделѣева.

ОСНОВЫ
ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ.



Выпускъ 1-й. { Предисловіе къ 1-му выпуску. Введеніе (§ 1—4). Глава 1. **Топливо** (§ 5—20). } Д. Менделѣевъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Тип. В. Демакова. Новый пер., д. № 7.
1897.

Содержаніе 1-го выпуска.

Предисловіе.

Введеніе . . . . . стр. 1.

§ 1. Виды промышленности. Значеніе фабрично-заводской промышленности и отношеніе ея къ другимъ видамъ промышленности. Вещества и силы природы, примѣняемыя въ ней. Значеніе хозяйственныхъ условій. . стр. 1.

§ 2. Условія и состояніе фабр.-зав. промыш. Россіи, въ отношеніи къ міровымъ и въ разныхъ краяхъ страны. Правительственныя мѣропріятія. Значеніе покровительственнаго таможеннаго тарифа. Направленіе образованія. . . . . стр. 19.

§ 3. Причины распространенія фабрикъ и заводовъ. Отношеніе между работою и трудомъ. Направленіе къ непрерывности и пользованію силами природы и отбросами. стр. 49.

§ 4. Цѣль и содержаніе сочиненія. Общія выгоды отъ частныхъ предпріятій . стр. 59.

Глава 1. Топливо. . . . . . стр. 66.

§ 5. Значеніе топлива для фабрикъ и заводовъ . . . . . стр. 66.

§ 6. Составъ топлива. Способы опредѣленія влажности, золы, углерода, водорода, азота и сѣры . . . . . стр. 68.

§ 7. Вѣсовое и объемное количество воздуха, необходимаго для горѣнія. Количество и составъ дымовыхъ газовъ. Содержаніе углекислаго газа въ дымѣ. . . . . стр. 73.

§ 8. Теплопроизводительность Q или количество тепла, развивающагося при полномъ сожиганіи топлива. Калориметры. Зависимость Q отъ состава. Выводъ формулы $Q=81c+300h-26(o-s)$. Значеніе Q для газовъ . стр. 81.

§ 9. Жаропроизводительность топлива W или подъемъ температуры, возможный при горѣніи въ воздухѣ. Измѣненіе теплоемкости углекислоты, водяныхъ паровъ и азота съ измѣненіемъ температуры. Разсчетъ W для твердаго и газообразнаго топлива. Причины, понижающія и повышающія температуру, доставляемую горѣніемъ. Опредѣленіе температуры ртутными и газовыми термометрами. Пирометры Петерсена и Виборга. Опредѣленіе температуръ по плавленію и кипѣнію, Принсеновскіе сплавы, конусы Сегера. Способы калориметрическіе и оптическіе. Пирометръ Сименса. Термо-электрическій пирометръ Ле-Шателье, какъ наиболѣе совершенный пріемъ. . . . . стр. 92.

§ 10. Дѣйствіе жара на топливо. Сухая его перегонка. . . . . стр. 114.

§ 11. Древесное топливо. Составъ и свойства дерева (и соломы), какъ топлива. стр. 116.

§ 12. Торфъ. Образованіе, полученіе и свойства. . . . . стр. 121.

§ 13. Каменные угли. Происхожденіе, міровая добыча, русскіе бассейны. Бурые угли и лигниты, сухіе и жирные (газовые и коксовые) к. угли, полуантрациты и антрациты. Стоимость к. углей . . . . . стр. 126.

§ 14. Древесный уголь. Полученіе и составъ . . . . . стр. 141.

§ 15. Коксъ. Коксованіе въ кучахъ и печахъ. Виды и устройство печей для коксованія. Полученіе побочныхъ продуктовъ. Составъ и свойство кокса . . . . . стр. 145.

§ 16. Брикеты. Способъ полученія. Полученіе и способы примѣненія пылевиднаго топлива. Приборы Вегнера. Практическое значеніе пылевиднаго топлива . . . . стр. 156.

§ 17. Нефтяные остатки, какъ топливо. Способы прямого сожиганія и раздробленіе форсунками . . . . . стр. 165.

§ 18. Природный и свѣтильный газъ, какъ топливо . . . . . стр. 174.

§ 19. Водяной и воздушный газъ, какъ промышленное топливо. Сравнительный разсчетъ нагрѣвательной способности обоихъ газовъ. Паро-воздушный газъ. Системы генераторовъ и ихъ устройство. . . . . стр. 176.

§ 20. Сводъ данныхъ о важнѣйшихъ видахъ топлива. Отношеніе между количествомъ воздуха, потребнаго для горѣнія, и теплопроизводительностію. Количество испаряемой топливомъ воды, какъ измѣритель свойствъ топлива. Количество «лошадиныхъ силъ», доставляемыхъ топливомъ въ паровыхъ машинахъ. стр. 190.

Многоуважаемому
Александру [illegible]
[illegible]
[illegible]
Д. Менделеев.

ОСНОВЫ

ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

W. C.

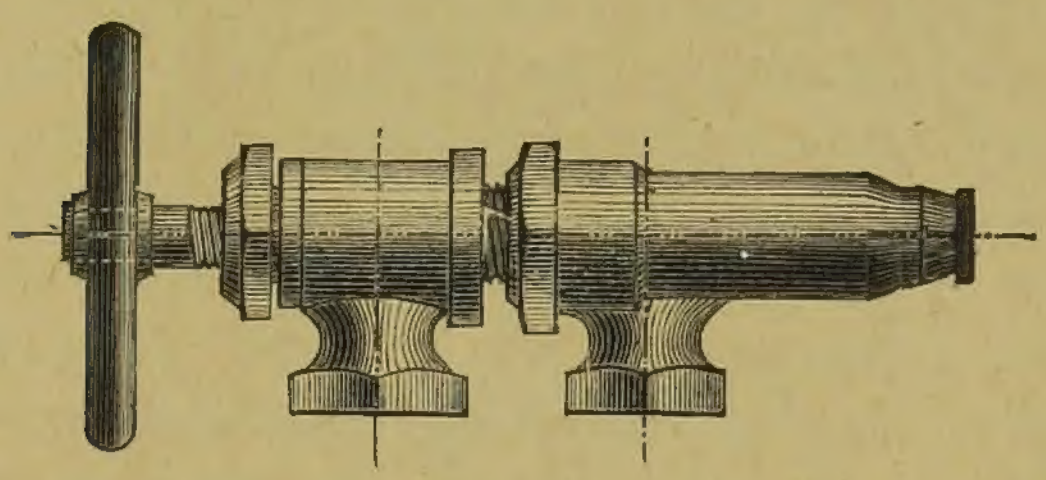
Изданіе Д. Менделѣева.

66
М 50

ОСНОВЫ

ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКОЙ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ.



Выпускъ 1-й. { Предисловіе къ 1-му выпуску. / Введеніе (§ 1—4). / Глава 1. **Топливо** (§ 5—20). } Д. Менделѣевъ.

02 88 е

Библиотека Тобольского Гос. Музея инв. № 22318

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Тип. В. Демакова. Новый пер., д. № 7.
1897.

TM 23931/61

Предисловіе къ 1-му выпуску.

Отдаваясь захватывающимъ задачамъ изученія природы, мнѣ пришлось однако постоянно сталкиваться съ вопросами фабрикъ и заводовъ, потому что на нихъ въ широкихъ размѣрахъ, ради общихъ потребностей, пользуются тою же природою тѣхъ же вещей, какія изучаются въ научныхъ лабораторіяхъ. Вглядываясь въ разнородныя заводскія дѣла безъ предубѣжденій, глазами естествоиспытателя, я уже увидѣлъ въ нихъ особыя, передовыя и важныя задачи, привлекающія вниманіе. А когда, съ годами, явилось пониманіе историческаго — народнаго и міроваго — значенія роста промышленности и когда мнѣ стало очевиднымъ, что въ ней выступаетъ яснѣе всего связь науки съ жизнію и что показаніе этого значенія и этой связи особенно важно въ эпоху переживаемую родиной, тогда я рѣшился посвятить сколь возможно больше усилій этому показанію. Но путей предстояло много и это заставляло колебаться въ выборѣ. Въ это самое время я былъ призванъ принять участіе въ обсужденіи важныхъ сторонъ русской фабрично-заводской промышленности и тогда успѣлъ убѣдиться какъ въ томъ, что лучшіе русскіе люди почти единомышленны въ пониманіи значенія эпохи, къ фабрикамъ и заводамъ призывающей и наступившей за послѣднее время въ Россіи, такъ и въ томъ, что направленіе, сущность и вліяніе фабрикъ и заводовъ еще очень неясны въ умахъ многихъ просвѣщенныхъ русскихъ, не говоря о большинствѣ, чуждомъ всякаго зрѣлаго сужденія о вопросахъ сюда относящихся. Тогда-то и зародилось у меня желаніе свободнымъ путемъ печатнаго слова содѣйствовать развитію пониманія коренныхъ дѣлъ, совершаемыхъ на заводахъ и фабрикахъ, и послѣ разныхъ другихъ попытокъ (между которыми могу, напримѣръ, указать на мой «Толковый тарифъ» 1892) я пришелъ къ той, которая отчасти осуществляется въ предлагаемомъ изданіи. Въ немъ лишь вначалѣ, именно во введеніи, я касаюсь нѣкоторыхъ общихъ понятій, казавшихся мнѣ неизбѣжно необходимыми — для приступа къ дѣлу, состоящему въ систематически-научномъ изложеніи основныхъ началъ спеціальныхъ частностей, изъ которыхъ слагается сущность фабрично-заводскихъ дѣлъ.

Общія соображенія оставляютъ много пустаго мѣста для мечтательности и невозможностей, если не сопровождаются разборомъ дѣйствительности, состоящей изъ этой совокупности частностей. Этимъ существенно отличается современная дисциплина знаній отъ классической, индукція отъ дедукціи. Сущность дѣла отлично выражена Станфордомъ, когда (1891 г.) онъ, открывая въ Калифорніи (въ Palo-Alto) новый университетъ (The Leland Stanford Junior University), устроенный имъ на свои средства въ память умершаго сына, выразился такъ: «Въ древности казалось, что философъ долженъ знать все и обо всемъ; нынѣ уже увидѣли, что обнять этого никому нельзя, и современный философъ долженъ знать все извѣстное о чемъ-нибудь и что-нибудь обо всемъ». Это и есть начало факультетское, живое. Стараюсь провести его и въ своей книгѣ, посвящая ее не всякимъ, а лишь немногимъ фабрично-заводскимъ дѣламъ, но стремясь въ избранномъ охватить сущность важнѣйшихъ частностей и ихъ самостоятельно обсудить по пріемамъ, наукѣ свойственнымъ. Трудностей оказывается множество, какъ видно уже по 1-й главѣ, помѣщенной въ этомъ выпускѣ, особенно когда неизбѣжно имѣть въ виду краткость, необходимую какъ для выполнимости начатаго, такъ и для доступности его распространенія. При осуществленіи составленнаго плана мнѣ обѣщано содѣйствіе нѣсколькихъ спеціалистовъ изъ числа моихъ ученыхъ друзей. Всего болѣе къ выполненію трудной задачи составить «Основы фабрично-заводской промышленности» побуждаютъ: недостатокъ въ подобныхъ сочиненіяхъ, оптимистическая увѣренность въ добромъ исходѣ существующихъ въ мірѣ трудностей, сопряженныхъ съ промышленной эпохой, явное начало благой, мирной и передовой роли, которую въ эту эпоху назначено совершить Россіи, а затѣмъ сознаніе безплодности разбора однихъ общихъ вопросовъ и полезности освѣщенія важнѣйшихъ фабрично-заводскихъ частностей свѣтомъ, исходящимъ отъ науки, составляющей завѣтъ мудрости вѣковъ и фундаментъ всѣхъ фабрично-заводскихъ дѣлъ. Они сами — плодъ исторической эволюціи и въ нихъ свой зародышъ новыхъ началъ.

Классическій пессимизмъ — замѣнить живымъ интересомъ къ настоящему, превратить добродушнаго лѣнивца и пылкаго резонера — въ спокойнаго и дѣятельнаго промышленника или искателя и направить задоры ума, воображенія и сердца въ мирную сторону отысканія дорожекъ на пути къ реальному общему благосостоянію — составляетъ сущность общихъ задачъ переживаемаго времени, рѣшаемыхъ тысячами вдумчивыхъ людей и на тысячу концовъ. Нельзя, очевидности ради, отрицать, что на одномъ изъ такихъ концовъ стоятъ заводы и фабрики; но не освѣщенный конецъ этотъ не видѣнъ и мало понятенъ, даже кажется инымъ, что не туда тянетъ онъ, не къ труду мышленія, а къ механической работѣ, не къ торжеству личныхъ усилій, а къ господству предписаній, не къ разумной свободѣ, а къ «утонченному рабству».

Освѣтить этотъ конецъ—вотъ одна изъ цѣлей моей книги; притомъ съ двухъ сторонъ — научной и народно-хозяйственной. Первая мнѣ всегда любезна, а вторая указываетъ на новый и особый (а потому и мало понимаемый) способъ сліяніе общаго съ личнымъ, міроваго съ народнымъ, свободы съ дисциплиной, человѣка съ природой и даже намекаетъ на дружную работу, слышится что надо «ухнуть» еще разъ, а затѣмъ... «сама пойдетъ!». Въ этой увѣренности долгъ велитъ высказывать, какъ умѣю, «Основы фабрично-заводской промышленности».

Завѣты государственнаго «порядка», христіанскихъ нравовъ, художественной красоты и научно-искренней правды, даже въ соединеніи съ политическимъ могуществомъ и съ хлѣбнымъ богатствомъ—не обезпечиваютъ будущее нашей страны, если мы не станемъ быстро двигаться въ народно-промышленномъ хозяйствѣ, то есть преимущественно въ дѣлѣ фабрикъ и заводовъ, потому что они волей или неволей входятъ со всѣхъ сторонъ въ жизнь и захватываютъ все болѣе и болѣе областей, хотя всего охватить, какъ представляется мечтателямъ-соціалистамъ, очевидно ими нельзя, такъ какъ всего нельзя вложить въ шаблоны и уровнять. Тутъ опасно медлить и упускать, когда круглота и ограниченность Земли начали выступать и означаться во всемъ и всюду, когда Австралія правильно стала обмѣниваться съ Европой, а резиновыя издѣлія стали вывозить изъ Россіи и когда пролагается стальной путь въ Китай, къ Тихому океану, гдѣ такъ или иначе должны помириться много-вѣковая устойчивость Поднебесной Имперіи съ недремлющимъ прогрессомъ Запада. Находясь въ срединѣ, между молотомъ и наковальней, намъ въ такое время слѣдуетъ сознательно, то есть разумно, безъ предразсудковъ и *вникая въ частности*, отнестить не только къ прочнымъ, старымъ устоямъ быта, но и къ фабрикамъ и заводамъ, такъ какъ безъ нихъ, очевидно, будущее не обойдется и они рѣзче, чѣмъ бездымный порохъ и дальнобойныя орудія отличаютъ задоръ прошлаго отъ неизбѣжно предстоящаго, уже въ умахъ начавшагося, миролюбія. Надо же видѣть, что на заводахъ и фабрикахъ, кромѣ личнаго разсчета выгодъ (а гдѣ его нѣтъ?), есть сознательность во всемъ господствующая, пониманіе всякихъ потребностей, вѣрный заработокъ для возрастающей массы народа, сильный спросъ на людей подготовленныхъ въ наукахъ о природѣ, неизбѣжность постояннаго упорнѣйшаго труда и отзывчивость на все общественное, отъ грамотности и школъ до міровыхъ задачъ. Личное тутъ не исчезаетъ, а своеобразно сливается — даже по неволѣ, если не по разуму — съ общимъ. А многимъ ли это ясно?

Будучи, притомъ, какъ показываетъ прежнее участіе въ нефтяныхъ дѣлахъ, убѣжденнымъ — но не фанатическимъ — протекціонистомъ т. е. защитникомъ широкаго промышленнаго развитія или равенства всѣхъ странъ, но въ то же время поклонникомъ разумной свободы внутри своей страны, то есть противникомъ — но также не фанатическимъ — всякаго

личнаго промышленнаго монополизма, я полагаю, что изложеніе «Основъ фабрично-заводской промышленности» можетъ сколько-нибудь помочь усиленію у насъ промышленнаго соревнованія (конкурренціи) не потому одному, что старается раскрыть и освѣтить важнѣйшія техническія производства, но особенно потому, что оно можетъ содѣйствовать расширенію круга людей, понимающихъ простую сущность, выгодность и все значеніе фабрикъ и заводовъ; число же такихъ лицъ, увы, у насъ еще очень ограниченно, что насъ задерживаетъ, думается мнѣ, болѣе чѣмъ недостатокъ капиталовъ. Не въ нихъ тутъ дѣло, если есть изобиліе земли и людей, ищущихъ стоющихъ дѣлъ, все оно въ личной энергіи иниціативы (на нее и разсчитываетъ разумный протекціонизмъ), въ знаніи и согласномъ усиліи, а они не даны ни въ природѣ, ни въ исторіи, зависятъ, главное, отъ направленій воли единицъ и массъ, отъ господствующихъ вкусовъ и вниманій. Поэтому, помогая пониманію фабрикъ и заводовъ, можно надѣяться на прибыль въ ихъ ростѣ и на то, что послѣ нѣкоторыхъ усилій... «сама пойдетъ!». Если бы мнѣ предлагаемымъ изданіемъ удалось увлечь въ дѣло фабрикъ и заводовъ хоть немногихъ изъ тѣхъ многихъ разумныхъ, которые ищутъ у насъ достойныхъ задачъ, то цѣль была бы достигнута, слово стало бы дѣломъ. Знаю, что и эта надежда опредѣляется оптимизмомъ, но онъ присущъ мнѣ, какъ русскому и какъ естествоиспытателю, дожившему до седьмаго десятка. Надѣясь же на ростъ у насъ личнаго промышленнаго соревнованія и призывая къ нему такъ громко, какъ хватаетъ голосъ, я повторю то, что сказалъ по поводу Нижегородской выставки 1896 г.: «Тамъ впереди (съ усиленіемъ русской фабрично-заводской промышленности) не только миръ и соединеніе Востока съ Западомъ, но и торжество русскаго генія на пути промышленнаго прогресса, а вмѣстѣ съ тѣмъ богатство и новое могущество русскаго народа».

Все изданіе предположено распредѣлить на 20-ть главъ и 10 выпусковъ. Но достанетъ-ли силъ и всего прочаго на окончаніе — предвидѣть, конечно, не могу, а потому въ каждомъ выпускѣ стану заканчивать отдѣльныя главы и прошу не осудить, если цѣлый намѣченный планъ выполнить не успѣю. Если планъ этотъ вѣренъ и время самостоятельнаго отношенія къ техникѣ у насъ назрѣло — додѣлаютъ тогда другіе.

Январь 1897.

Д. Менделѣевъ.

ВВЕДЕНІЕ.

§ 1. Во внѣшнемъ, т. е. физическомъ или матеріальномъ, мірѣ ничто не творится и не пропадаетъ, ни вещество, ни силы, въ немъ дѣйствующія, они только подвергаются измѣненіямъ по формѣ и взаимному отношенію, согласно съ естественнымъ теченіемъ перемѣняющихся условій или по направленію, даваемому сознательнымъ трудомъ людей. Такое основное начало необходимо постоянно имѣть въ виду, разсматривая производство предметовъ и дѣйствій, необходимыхъ людямъ или имъ полезныхъ и желательныхъ, а въ томъ числѣ и всего того, что совершается на заводахъ и фабрикахъ. Они въ сущности ничего не создаютъ, а берутъ вещество готовое въ природѣ [1], и только преобразуютъ его составъ и форму для надобности людской (но не по своему

[1] Неизбѣжное начальное условіе существованія всякаго завода и фабрики состоитъ въ полученіи сырья. Самъ заводъ этимъ, въ принципѣ, не занимается, ему или доставляетъ сырье торговля, или торговая контора завода беретъ сырье отъ другихъ заводовъ или фабрикъ, отъ горныхъ или сельскохозяйственныхъ или торговыхъ предпріятій. Конецъ заводско-фабричныхъ дѣлъ тоже заключаетъ чисто торговую сторону, потому что продукты производства надо сдать (сбыть, продать) потребителямъ, что соединено со всѣми торговыми пріемами, отъ измѣренія и укупорки до перевозки, страховки и т. п. Поэтому, въ заводскофабричныхъ дѣлахъ торговая сторона очень важна, альфа и омега, но сущность этихъ дѣлъ, очевидно, не въ ней, а въ тѣхъ измѣненіяхъ, какія претерпѣваетъ сырье, становясь отпускнымъ товаромъ. Эта «техническая» или «цеховая» сторона фабрично-заводскихъ дѣлъ требуетъ своихъ знаній и усилій, согласованныхъ съ задачами торговой части предпріятія. Въ этомъ сочетаніи вѣсь интересъ, вся трудность и вся живая струна этихъ дѣлъ, такъ какъ, съ измѣненіемъ сырья, спроса и сбыта товара, перемѣняется многое и въ техническихъ, и въ торговыхъ частяхъ предпріятія. Изъ опыта жизни видно, что нерѣдко берутся за дѣла заводовъ или фабрикъ люди односторонніе, знающіе технику, но незнакомые съ торговлею, или обратно,—и дѣло гибнетъ. Хотя, говоря вообще. торговая часть легче улавливается, чѣмъ техническая, и требуетъ меньше подготовки, но безъ находчивости, достигаемой знаніемъ предмета и опытомъ, она, какъ и техническое дѣло, не можетъ идти, какъ должно. Къ этимъ двумъ неизбѣжнымъ сторонамъ фабрично-заводскихъ дѣлъ обыкновенно присоединяется третья — капиталистическая, что особо рѣзко выражается въ акціонерныхъ предпріятіяхъ, гдѣ капиталъ доставляется вкладчиками, а торговая и техническая стороны дѣла поручаются особымъ лицамъ (директорамъ правленія или ихъ агентамъ). Такъ какъ капиталъ нуженъ не только при устройствѣ дѣла (основной), но и при веденіи технической и торговой сторонъ (капиталъ оборотный) и такъ какъ все веденіе заводско-фабричныхъ дѣлъ основывается на разсчетѣ интересовъ капитала, то обыкновенно капиталъ и считается хозяиномъ заводско-фабричныхъ предпріятій, онъ-то и примиряетъ, согласуетъ техническую сторону съ торговою. Этотъ обычный порядокъ веденія дѣла составляетъ капиталистическую сторону заводско-фабричныхъ предпріятій.

Понятіе о капиталѣ, какъ о сбереженіи и о свободномъ рессурсѣ, одолжаемомъ производству, заключаетъ въ себѣ такую выработку общественныхъ отношеній, которая, что бы ни говорилось противу капитализма, разъ родившись, останется вѣчно, потому что бережливость и предусмотрительность суть добродѣтели и разумны. Если же въ собраніи капиталовъ (оно началось преимущественно съ распредѣленія земельной собственности и вовсе не есть прямо — произведеніе чисто-промышленной новой эпохи, хотя съ нею значеніе и количество капиталовъ возросло), опредѣляющихъ богатство, должно видѣть истинный успѣхъ осторожной предусмотрительности, то на интересъ капиталовъ, вкладываемыхъ въ заводскофабричныя дѣла, должно смотрѣть, какъ на законную долю. Весь вопросъ сводится лишь на размѣры этого интереса или на проценты съ капиталовъ, т. е. ограничивается распредѣленіемъ. Всѣмъ видимо, что проценты на капиталы всюду понижаются (это—отъ прибыли увѣренности), а плата за текущія лич-

желанію) въ состояніе, потребное для примѣненія, пользуясь свободными—для

ныя услуги всюду возрастаетъ (притомъ перестаетъ быть «утонченнымъ рабствомъ»), а съ другой стороны всѣмъ понятно, что личная услуга въ заводскихъ дѣлахъ никогда не проигрываетъ, всегда вознаграждается по соглашенію, капиталъ же нерѣдко теряетъ, то есть долженъ нести убытки, одинъ рискуетъ, а потому вопросъ о распредѣленіи выгодъ производства самъ собою перерабатывается въ естественномъ (такъ называемомъ гармоническомъ) теченіи вещей и впереди видна разумная, мировая сдѣлка, составляющая задачу политико-экономической стороны предмета. Но, по смыслу дѣла, до сущности фабрично-заводскихъ предпріятій это вовсе не относится, это сторона юридическая и соціальная, а не научнохозяйственная, которую одну я и буду имѣть въ виду, такъ какъ торговецъ или техникъ, или ихъ сочетаніе, въ одномъ лицѣ, могутъ и тѣмъ легче, чѣмъ капиталовъ больше и чѣмъ они менѣе получаютъ процентовъ (а къ этому все видимо идетъ), достать необходимый основной и оборотный капиталъ, могутъ, вести дѣло въ кредитъ, на задатки отъ потребителей и т. п. Словомъ, сущность заводско-фабричныхъ дѣлъ вовсе не въ той капиталистической формѣ, которую ему придало современное положеніе вещей. Чтобы это ясно видѣть, достаточно представить большого хозяина (или артель хозяевъ) или хотя бы государственную казну, заинтересованныхъ извѣстною формою заводско-фабричнаго производства, напримѣръ, требующихъ имѣть свой товаръ x. Задача сведется на полученіе сырья, на сбытъ побочныхъ продуктовъ, на устройство и дѣйствіе предпріятія съ цѣлью получить x не только въ должномъ количествѣ, но и по возможности съ наименьшими затратами всякаго рода, начиная отъ машинъ, зданій и сырья до труда и риска. Обсуждая, какъ этого достичь, мы будемъ говорить о подлинномъ интересѣ заводовъ и фабрикъ, а капитализмъ тутъ не причемъ, потому что здѣсь не въ выгодахъ дѣло, а въ потребности товара x, котораго безъ завода и фабрики не получить. Но такъ какъ и притомъ всѣ соображенія придется свести на денежные разсчеты (хотя ихъ можно было бы вести и на количество затрачиваемаго труда, но очевидно не нынѣ, а въ отдаленномъ будущемъ), потому что деньгами оцѣниваются и трудъ, и сырье, и участіе техника, и доля торговца, и такъ какъ при капитализмѣ дѣлается тотъ же разсчетъ, то и очевидно, что капитализмъ не есть основная сущность дѣлъ фабрикъ и заводовъ, а только ихъ неизбѣжная, современная форма. Я потому на этомъ настаиваю съ самаго начала, что отождествленіе фабрикъ и заводовъ съ капитализмомъ часто запутываетъ правильное пониманіе предмета. До капитализма мнѣ здѣсь нѣтъ дѣла; пусть онъ останется, какъ я и думаю, побѣдителемъ, сдѣлавши свои уступки, или будетъ побѣжденъ въ борьбѣ съ трудомъ, что занимаетъ нынѣ многіе умы, остановившіеся на элементарныхъ вопросахъ политической экономіи,—это не мое здѣсь соглашенія—услугами людей и силами той же природы. Но и охотники, горные промышленники или земледѣльцы тоже, очевидно, ничего не создаютъ. Эти берутъ прямо готовое уже и по формѣ, по сочетанію частей, фабрики же и заводы, по крайней мѣрѣ, измѣняютъ эти послѣднія и сознательно совершаютъ физико-механическія или химическія [2]

дѣло, фабрики и заводы останутся и тогда, когда могли бы найтись способы обойти капитализмъ артельнымъ или какимъ инымъ способомъ; они возникли въ вѣкъ преобладанія капитализма, но ихъ судьба и ихъ значеніе не имѣютъ ничего общаго съ капитализмомъ; онъ объединилъ торговую и техническую стороны фабрикъ и заводовъ, но они мыслимы безъ капитализма съ его лишь денежно-процентными интересами. Притомъ естественное пониженіе процентовъ на капиталъ уже совершается на нашихъ глазахъ, какъ и возрастаніе платы за трудъ, вмѣстѣ съ пониженіемъ цѣнъ на большинство товаровъ, а потому должно ждать и полнаго примиренія въ той соціальной борьбѣ съ капитализмомъ, которая казалась одно время столь грозною для цивилизаціи. А такъ какъ я считаю вопросъ о фабрикахъ и заводахъ самостоятельнымъ, важнымъ для будущаго во всемъ мірѣ и достойнымъ всеобщаго вниманія (не въ меньшей мѣрѣ, чѣмъ вопросы: о капиталѣ, рентѣ и т. п.), то и разсматриваю его независимо отъ капитализма, который входитъ цѣликомъ въ область политико-экономическихъ ученій, до предмета моей книги относящихся лишь немногими своими сторонами, подобно тому, какъ фабрично-заводскія Основы касаются и знаній, напр., біологическихъ, но лишь косвенно и немногими сторонами.

[2] Механическія измѣненія—очевидны, физическія уже болѣе сокрыты, самыми же скрытыми или таинственными должно считать измѣненія химическія, потому что они совершаются только при прикосновеніи на неизмѣримо-маломъ разстояніи. Поэтому механическія превращенія, подобныя прядепію, ткацью, размолу, обработкѣ дерева и т. п., были первыми ремеслами и стали первыми фабричными. Физическія измѣненія веществъ, подобныя плавленію (литейному дѣлу) и перегонкѣ, особенно же тѣ, гдѣ дѣйствуетъ теплота, при которой и происходитъ измѣненіе свойствъ, естественно сливаются съ химическими измѣненіями, тѣмъ болѣе, что они также часто требуютъ нагрѣванія, но отличаются тѣмъ, что происходящее измѣненіе остается и послѣ охлажденія, тогда какъ физическія измѣненія лишь временны. Сознательное отношеніе къ такимъ превращеніямъ началось лишь очень недавно, и пониманіе заводскихъ дѣлъ не можетъ нынѣ безъ него обходиться, потому что только при полномъ сознаніи всѣхъ сторонъ химическихъ превращеній здѣсь возможно идти твердо и выгодно. Притомъ здѣсь, вслѣдствіе сокрытости самихъ явленій и недавности ихъ постиженія, возможны наиболѣе глубокія и новыя

измѣненія взятыхъ веществъ. Подъ это опредѣленіе подходятъ однако не только заводскіе и фабричные виды промышленности, но и множество [3] другихъ сознательныхъ дѣйствій, среди которыхъ заводско-фабричная дѣятельность отличается суммою признаковъ, охватываемыхъ при первомъ знакомствѣ: а) съ видами промышленности вообще, б) съ историко-экономическимъ ихъ значеніемъ и в) съ матеріалами и силами природы, которыми пользуются въ промышленности.

а) **Виды промышленности.** Въ обширнѣйшемъ смыслѣ слова — промышлять — значитъ сознательно (т. е. съ разумомъ, изучая, разсчитывая и размышляя, а не на угадъ или просто по инстинкту) прилагать усилія для того, чтобы брать прямо или косвенно (чрезъ обмѣнъ) матеріалъ и силы природы и совершать съ ними, прилагая новыя усилія труда, такія дѣйствія, которыя возвышаютъ полезность или пріятность взятаго, а затѣмъ мѣнять полученный товаръ (продавать его) и чрезъ это получать за совершенныя дѣйствія (за свой трудъ) средства для жизни, достатокъ и увеличеніе своего благосостоянія (запасовъ, капитала), на основаніи началъ справедливости услугъ за услуги, на чемъ зиждется вся сложность общественнаго устройства, «богатство», сила и значеніе народовъ. Въ этомъ обшир-

---

открытія, которыя такъ близко стоятъ къ современной химіи, что уже нынѣ во множествѣ случаевъ нѣтъ никакого существеннаго—кромѣ размѣровъ производства—отличія между дѣломъ заводовъ и химическихъ лабораторій. Такова, напримѣръ, вся передѣлка каменноугольнаго дегтя въ бензолъ, фенолъ (карболка), нафталинъ и безконечное число искусственныхъ красокъ. Это сближаетъ промышленность съ наукой и сводитъ ихъ къ тѣмъ общимъ задачамъ человѣчества, въ которыхъ пресловутыя противоположности «теоріи» и «практики», академическаго «абстракта» и «конкретнаго факта», «общаго» и «личнаго» и т. п. по возможности примиряются и вмѣсто бывшей борьбы — вступаютъ въ союзъ. Такъ, надо ждать будетъ и во многомъ иномъ ко благу людей, къ торжеству и могуществу просвѣщенія и промышленности. Этою книгою, между прочимъ, мнѣ хотѣлось бы внушить и укрѣпить такую увѣренность въ сомнѣвающихся, тогда бы «нашего полка прибыло», а мрачности—убыло. Не подлежитъ сомнѣнію, что люди всегда останутся со своими страстями и неполнотою удовлетворенія, но изъ этого вовсе не слѣдуетъ, что въ мірѣ людей невозможны коренныя общія улучшенія быта. Извѣстнѣйшій юристъ и экономистъ І. Бентамъ еще въ началѣ нашего вѣка писалъ, имѣя въ виду мысли Пристлея—о необходимости наступленія болѣе счастливой будущности человѣчества: «Философъ, который хочетъ объосновать свое мнѣніе о безконечномъ совершенствованіи, долженъ былъ бы показать, какимъ образомъ просвѣщеніе народовъ и усовершенствованіе законовъ могутъ вызвать въ человѣкѣ новыя способности». Подобными пріемами и по сихъ поръ съ кажущеюся логичностію направляется скептицизмъ въ сторону пессимизма, которому слѣдуетъ, не говоря о многомъ другомъ, указать на то, что заводы и фабрики, развиваясь и умножаясь, несомнѣнно приводятъ людей къ небывалой никогда привычкѣ дѣйствовать сознательно, свободно и согласно, по общему плану, а это неизбѣжно родитъ свою новую дисциплину; она оснуется не на враждѣ и встрѣчѣ интересовъ, а на согласіи и общеніи, которыя и даютъ «новыя способности». Такъ, весь міръ призналъ у моряковъ, хотя они въ морѣ живутъ лишь временно, много новыхъ общихъ оттѣнковъ характера и «новыя способности», а при промышленномъ сближеніи людей вліяній много больше и перемѣны, навѣрное, должны быть глубже. Сама необходимость ведетъ и приведетъ къ тому, что вырабатываются эти «новыя способности». Видимыми пріемами будутъ при этомъ: всеобщее образованіе, всеобщій миръ и всеобщій трудъ (§ 3, выноска 4), а къ нимъ уже все направляется; они возможны и на нихъ опирается оптимизмъ, которымъ проникнутъ не одинъ авторъ этой книги, а много вдумчивыхъ людей.

[3] Но далеко не всѣ сознательныя и полезныя физико-механическія и химическія измѣненія, совершаемыя людьми, подходятъ подъ понятіе о промышленности. Все личное, индивидуальное и единичное вноситъ иные интересы и представленія. Таковы, напримѣръ, домашнія заботы, высшія формы художества, войны и т. п. Промышленность сглаживаетъ и уравниваетъ индивидуальное, имѣетъ въ виду «средняго человѣка», возвышая низшее и оставляя высшему еще выше поднимать «средняго человѣка». Соціальная роль промышленныхъ дѣйствій не можетъ быть правильно понята, если въ нихъ видѣть лишь личные интересы предпринимателей и ихъ борьбу, а упустить единовременно дѣйствующія стремленія къ общему единству; это общее создало государства, создало и промышленность. Если въ ней удовлетворяется и личное, то такъ и быть должно, иначе и быть ничего передового не можетъ — оно миритъ общее съ личнымъ, заставляетъ понимать то и другое глубже, чѣмъ съ точки зрѣнія одного индивидуализма. По своей сущности промышленность не содержитъ въ себѣ понятія о выгодѣ предпринимателя, какъ въ понятіи о почтѣ не содержится понятіе о выгодѣ почтосодержателя. Есть она или нѣтъ ея, все же промышленность дѣло надобное по времени, хотя было время, когда въ ней не было настоятельной надобности, какъ было время, когда обходились и безъ почты.

номъ смыслѣ всякая, такъ или иначе вознаграждаемая, служба, торговля, даже писательство и виды искусства, выражаясь матеріальными предметами, хотя бы книгами и картинами, подлежащими оцѣнкѣ и продажѣ, составляютъ виды промышленной дѣятельности (профессіи) не въ меньшей мѣрѣ, чѣмъ земледѣліе, охота и виды мастерства, потому что послѣдніе нерѣдко имѣютъ въ виду лишь личное удовлетвореніе, промышленность же всегда заключаетъ въ себѣ понятіе о доставленіи другимъ того матеріальнаго, что ими спрашивается и въ замѣнъ чего они выдаютъ вещественное вознагражденіе, то-есть содержитъ понятіе обмѣна [4]. Вслѣдствіе безпредѣльно-громаднаго разнообразія людскихъ желаній [4bis] и потребностей, ихъ необходимо болѣе или менѣе отчетливо раздѣлить на вещественныя (матеріальныя) и духовныя. Промышленность, понимаемая въ болѣе тѣсномъ смыслѣ, имѣетъ въ виду всегда предпочтительно первые виды потребностей, хотя и къ нимъ въ той или другой мѣрѣ примѣшивается возможное удовлетвореніе второму роду потребностей. Такъ, напримѣръ, въ производствѣ одеждъ и принадлежностей жилищъ преслѣдуется изящество, вкусъ, требованія во многомъ духовнаго строя, въ производствѣ музыкальныхъ инструментовъ—гармоничность и т. п. Но, помимо этого, промышленности, понимаемой въ обычномъ, болѣе тѣсномъ, смыслѣ, всегда присущъ тотъ или иной основной вещественный предметъ производства и обмѣна. Поэтому, хотя, напр, перевозка и вообще торговля составляютъ очевидные виды промышленности, но въ тѣсномъ смыслѣ не подходятъ подъ понятіе о промышленности, такъ какъ основной предметъ промысла въ этихъ случаяхъ составляютъ лишь передвиженіе и распредѣленіе, т. е. самый обмѣнъ. Понимая промышленность въ обычномъ, наиболѣе тѣсномъ смыслѣ, должно видѣть, что промышленность всегда производитъ, прилагая сознательныя усилія, полезные матеріальные предметы (товары), которыхъ нельзя получить въ природѣ, не прилагая труда, состоящаго въ пре-

---

[4] Чистый, высшій альтруизмъ не имѣетъ въ виду матеріальнаго обмѣна; жертва, вносимая альтруизмомъ, вознаграждается однимъ внутреннимъ удовлетвореніемъ. Но безкорыстный порывъ мыслимъ только какъ исключеніе, не подходитъ къ обычной средѣ дѣйствій «средняго человѣка», какъ не подходитъ буддійское требованіе спасаться, живя милостыней. Если общій разумъ признаетъ необходимость вознаграждать врача, воина, учителя и художника, то кольми паче неизбѣжно вознагражденіе и въ дѣлѣ промышленномъ, которое все опирается на обмѣнѣ. То, что называется «заработною платою» есть, безъ сомнѣнія, также ничто иное, какъ обмѣнъ. Китоловы платятъ матросамъ своихъ кораблей долею добычи или жалованьемъ и содержаніемъ, причемъ производитель продуктовъ китобойнаго промысла также производитъ—чрезъ обмѣнъ—своимъ трудомъ и свое содержаніе, и свое жалованье или свою долю продуктовъ. Ошибочность или условность того понятія нѣкоторыхъ политико-экономовъ, по которому заработная плата берется изъ капитала, а не отъ мѣны одного труда на другой, столь ясно выставлена Джорджемъ, что мнѣ нѣтъ надобности развивать этотъ предметъ. Трудъ (но не «работа», см. § 3 [4]) есть производитель какъ богатства—капитала, такъ и содержанія рабочихъ, и онъ подлежитъ обмѣну, причемъ деньги составляютъ лишь знакъ, облегчающій этотъ обмѣнъ. Чѣмъ дальше пойдутъ люди по пути промышленности — а онъ неизбѣженъ и только что начатъ—тѣмъ яснѣе будетъ это выступать и тѣмъ болѣе трудъ, то есть сознательныя и настойчивыя усилія къ достиженію общаго блага, будетъ пріобрѣтать значенія, а индивидуальная физическая сила и механическая работа станутъ въ значеніи проигрывать, и современное заблужденіе въ отношеніи къ живымъ рабочимъ силамъ станетъ выясняться по мѣрѣ того, какъ будетъ выясняться отношеніе между трудомъ и работою, а рабскую работу — молоть, колоть, таскать, прясть и т. п.—будетъ цѣликомъ выполнять за людей энергія природы, покоряемая знаніемъ и трудомъ. Эти понятія должны лежать въ основѣ всякихъ здравыхъ сужденій о судьбахъ промышленности и человѣчества.

[4 bis] Желанія опредѣляются или природными требованіями, или направленіемъ мышленія. Первыя всеобщи въ организмахъ, и у дикаря мало отличны отъ требованій людей наиболѣе требовательныхъ, ихъ грань — пресыщеніе, ихъ основа — личная, у нихъ всегда есть конецъ. А у мышленія его нѣтъ. Поэтому и желанія имъ опредѣляемыя—не имѣютъ грани и пресыщенія. Началомъ имъ служатъ желанія перваго рода, а конецъ немыслимъ, сливается съ общимъ благомъ и вѣчностью, въ которыхъ пропадаетъ все личное и частное. Желанія перваго рода опредѣляются инстинктомъ, второго — воспитаніемъ, общеніемъ людей, но растутъ только при удовлетвореніи первыхъ. Одни преобладаютъ въ дѣтствѣ отдѣльныхъ людей и народовъ, другія начинаются только въ зрѣлости и не страшатся смерти, такъ какъ отвѣчаютъ неумирающему всеобщему, безличному.

образованіи вида, формы или состоянія. Даже охота преобразуетъ летающую птицу или плавующую рыбу — въ пищевой запасъ; земледѣлецъ преобразуетъ лѣсъ или лугъ въ ниву и ее въ зерна и др. плоды; ремесленникъ преобразуетъ кожу въ обувь, дерево въ столъ и т. п. Это *преобразованіе*, совершаемое трудомъ и *выражаемое товаромъ* обыкновенно болѣе или менѣе *однороднымъ*, составляетъ существенную *принадлежность промышленности*, въ тѣсномъ смыслѣ слова. Въ указанномъ, тѣсномъ, смыслѣ всѣ виды промышленности обыкновенно дѣлятся на добывающіе и обработывающіе, а первые на охоту, сельское хозяйство и горную промышленность, вторые же на ремесла, фабрики и заводы.

Охота состоитъ въ собираніи естественно развивающихся растеній и ихъ частей (напр., цѣлыхъ деревъ, грибовъ, лѣсныхъ ягодъ, природныхъ смолъ и т. п.) или въ изловленіи естественныхъ животныхъ (напр. пушныхъ звѣрей, дичи, рыбы, китовъ и т. п.). Этотъ видъ добывающей промышленности называется *сельскимъ хозяйствомъ*, когда растенія или животныя размножаются для промысла болѣе или менѣе искусственно при содѣйствіи пріемовъ скотоводства, земледѣлія, лѣсоразведенія, рыбоводства, пчеловодства и т. п. Добычу въ охотѣ и сельскомъ хозяйствѣ доставляютъ живыя растенія или животныя, развивающіяся при помощи цѣлой совокупности условій, среди которыхъ первѣйшее мѣсто занимаютъ: способность организмовъ къ размноженію, солнечная теплота (вообще энергія солнца), вода и воздухъ, какъ естественныя потребности органическихъ существъ, а затѣмъ обладаніе земною поверхностію, какъ историческое средство для распредѣленія жизни людей на землѣ. Два указанные вида промышленности, доставляя прежде всего пищу (а также одежду, жилье, топливо и т. п.), составляющую одну изъ первѣйшихъ вещественныхъ потребностей человѣка, естественно были первыми сложившимися видами промышленной дѣятельности и понынѣ [5] составляютъ одинъ изъ главныхъ ея корней.

Горная промышленность извлекаетъ изъ нѣдръ земли полезныя ископаемыя, примѣняемыя или прямо, какъ каменный уголь, соль, строительные камни и т. п., или передѣлываемыя въ полезныя предметы обрабатывающею промышленностію, напр. металлическія руды, глина, кварцовый камень, янтарь и т. п.

Большинство предметовъ, доставляемыхъ указанными видами промышленности, прямо не примѣнимы къ развитымъ людскимъ потребностямъ, хотя и могутъ удовлетворять животнымъ требованіямъ. Такъ, хлѣбныя зерна требуютъ сортированія, размола и хлѣбопеченія, волокнистыя вещества—пряденія, тканья и шитья одежды, камни—разныхъ видовъ обдѣлки и т. п. Это приноровленіе къ прямому потребленію продуктовъ охотничьей, сельской и горной промышленности производится видами *обрабатывающей промышленности*, начинающейся съ приготовленія пищи, одежды, жилья и разныхъ орудій. Когда это приноровленіе дѣлается хотя бы для обмѣна и для потребности многихъ, но въ размѣрахъ домашней обстановки, съ приноровкою къ частнымъ требованіямъ (напр., скорняжная обработка мѣховъ, шитье платья, производство кондитерскихъ печеній, ковка лошадей, переплетъ книгъ и т. п.) и почти исключительно при помощи навыка рукъ, глаза и всякихъ простыхъ пріемовъ, тогда обрабатывающая промышленность носитъ названіе *ремесленной*. Тѣ же виды ея, которые производятся въ возможно

---

[5] Промышленность, въ своемъ корнѣ, отвѣчаетъ спеціализаціи, «раздѣленію труда» Адама Смита. Опытъ и умозрѣніе показываютъ, что лично сдѣлать себѣ все необходимое—менѣе производительно и доставляетъ меньшую сумму всякихъ благъ. Дикарь всегда болѣе пригоденъ «на всѣ руки» и чѣмъ выше развитіе, тѣмъ спеціальности больше. Сочетаніе этого требованія спеціализаціи съ требованіемъ разумной справедливости въ возможномъ уравненіи людей и въ распредѣленіи между ними благъ составляетъ смыслъ всей исторіи, въ которой видится полный просвѣтъ только въ промышленномъ строѣ жизни, гдѣ условія обмѣна неизбѣжно должны обсуждаться, улучшаться и доходить до конца, не оставаясь висѣть въ воздухѣ. Одни изъ результатовъ этого уже на лицо: цѣна (процентъ) капитала повсюду падаетъ, цѣна труда возрастаетъ, и становится виднымъ, что на нѣкоторой точкѣ настанетъ разумная и опытная мировая сдѣлка, безъ войнъ, революцій и абстракцій, взвѣшенная многими милліонами участниковъ, что неизбѣжно отразится и на всемъ прочемъ.

большомъ видѣ, внѣ домашней обстановки—на особыхъ фабрикахъ или заводахъ, притомъ обыкновенно безъ всякой индивидуальной или единоличной, частной приноровки, какъ видно, напримѣръ, при производствѣ иголокъ для шитья, торфа для топки, полосового желѣза для кузнецовъ и т. п. и особенно когда въ дѣлѣ однообразной (шаблонной) передѣлки участвуютъ болѣе или менѣе сложные механизмы, подобные мельничнымъ поставамъ (вмѣсто первоначальныхъ ступъ для полученія муки ремесленнымъ способомъ), доменнымъ печамъ для чугуна и конверторамъ для превращенія его въ желѣзо и сталь (вмѣсто первоначальныхъ кузнечныхъ горновъ для желѣза), или сложнымъ перегоннымъ и очистительнымъ приборамъ для полученія керосина изъ нефти и т. п. — такіе виды обрабатывающей промышленности называются *фабрично-заводскими*. Очевидно, что между ремесленною и фабрично-заводскою промышленностію нельзя провести никакихъ рѣзкихъ границъ [6]; одни переходятъ въ другія, но въ крайнихъ примѣрахъ, какъ изготовленіе хлѣба въ булочной или шитье платья по заказу, а съ другой стороны производство сахара изъ свекловицы или листового желѣза изъ руды, различіе ремесленныхъ заведеній отъ заводовъ и фабрикъ столь очевидно, что никого не затруднитъ. Хотя предметомъ предлагаемаго сочиненія служитъ, какъ показываетъ названіе, изложеніе основъ фабрично-заводской промышленности, но намъ придется касаться нѣкоторыхъ ремесленныхъ производствъ, именно по той причинѣ, что различія здѣсь отчасти условны, отчасти исчезаютъ, напр., производство гвоздей становится изъ ремесленнаго фабричнымъ, таково же тканье, вытягиваніе проволоки, распилка лѣса и т. п. Во всякомъ случаѣ, въ ремеслахъ особо важенъ личный навыкъ, пріобрѣтаемый привычкой, то, что называется искусствомъ, а фабрики и заводы стремятся основаться по возможности такъ, чтобы дѣло шло на основаніи приложенія механическихъ, физическихъ и химическихъ знаній по составленному плану, однообразно, а ручная привычка, личные вкусы и «искусство» играли бы лишь второстепенную роль. Хотя ремесло есть уже спеціализація, то-есть явленіе возможное только при скопленіи людей, при удовлетвореніи всѣмъ неизбѣжно необходимымъ на счетъ производства чего-либо одного, тѣмъ не менѣе совершенство раздѣленія труда достигается только при еще большемъ скопленіи людей, при ихъ общемъ согласіи, при преобладающемъ господствѣ принципа обмѣна, когда добыча необходимаго облегчена, когда есть возможность вдуматься, чего не можетъ быть при ежеминутной неувѣренности въ добычѣ самыхъ первыхъ условій жизни. У дикаря, все время находящагося въ такомъ безпокойствѣ, не можетъ явиться сосредоточенности и выработки чего-либо до конца, въ эпоху ремесленнаго быта—въ ней долго были Китай и Японія—уже болѣе возможна вдумчивая сосредоточенность, но ея истинное мѣсто, ея расцвѣтъ наступаетъ только съ общепринятою полнотою развитія, болѣе усложненной и болѣе всего спеціализованной промышленной обстановки. Она одна дастъ свободу развитія всему полезному и вообще возможному и желательному народному и общечеловѣческому.

Еще условнѣе и еще менѣе необходимо строгое различеніе фабрикъ отъ заводовъ, хотя и здѣсь въ крайнихъ примѣрахъ дѣло станетъ очевиднымъ, если замѣтить, что на фабрикахъ главный видъ обработки производится путемъ механическаго измѣненія, а на заводахъ—химическаго, то-есть такого, при которомъ въ продуктѣ производства содержится не то состояніе вещества (не тѣ химическія соединенія), какое было во взятомъ изъ природы продуктѣ добывающей промышленности. Такъ, передѣлка хлѣбныхъ зеренъ или картофеля въ спиртъ, превращеніе соли въ соду или сѣры въ сѣрную кислоту сопровождается очевиднымъ измѣненіемъ состава и ведется на *заводахъ*: винокуренныхъ, химическихъ (въ тѣсномъ смыслѣ) и т. п., а превращеніе шерсти

---

[6] Ремесленными считаются въ большинствѣ законодательствъ такія промышленныя заведенія, въ которыхъ примѣняются лишь ручные инструменты и станки и имѣется не болѣе опредѣленнаго числа (у насъ 16-ти) рабочихъ.

въ сукно, тряпья въ писчую бумагу, желѣза въ проволоку или зерна въ муку производится на соотвѣтственныхъ *фабрикахъ*, потому что состоитъ преимущественно изъ механическаго измѣненія формы или внѣшняго сочетанія частей (напр., волоконъ). Поэтому на фабрикахъ главную роль играютъ механическіе двигатели и рабочіе станки, производящіе желаемое механическое перемѣщеніе, тогда какъ на заводахъ первую роль занимаютъ печи и разные сосуды, въ которыхъ совершается желаемое химическое измѣненіе взятыхъ веществъ. Но, такъ какъ на заводахъ необходимо множество предварительныхъ или послѣдующихъ механическихъ передвиженій или обработокъ (напр., измельченіе твердыхъ тѣлъ, перекачиваніе жидкостей и т. п.), а при фабричной обработкѣ часто требуется большее или меньшее химическое измѣненіе самаго вещества (напр. окисленіе металловъ съ поверхности), или подмѣсей (напр., бѣленіе волоконъ хлопка) и такъ какъ физическіе пріемы, подобные перегонкѣ, плавленію, накаливанію, дѣйствію электричества и т. п., очень обычны, какъ на заводахъ, такъ и на фабрикахъ, то рѣзкихъ границъ между фабриками и заводами очень часто нельзя установить [7] и онѣ только стѣснили бы изложеніе.

б) **Историко - экономическое значеніе заводско-фабричной промышленности.** Въ первоначальной, дикой, если можно такъ выразиться, обстановкѣ людей, слѣды которой еще, хотя уже и рѣдко, остаются у нѣкоторыхъ народовъ, напримѣръ на крайнемъ сѣверѣ и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Полинезіи и Африки, промышленности, въ тѣсномъ смыслѣ, совершенно не было, каждый снабжалъ себя всѣмъ необходимымъ. Спеціализированіе промысловъ совпадаетъ съ зачатками цивилизаціи, опредѣляемой умноженіемъ, общеніемъ и преданіями людей, являются охотники, земледѣльцы, ремесленники, воины, учители, правители и т. п., сношенія расширяются и, что особенно важно, укореняются понятія о собственности и общественныхъ отношеніяхъ, о правахъ и обязанностяхъ, о цѣнѣ и правильномъ обмѣнѣ. Торговля всегда предшествуетъ развитію организованныхъ видовъ промышленности; торговцы обыкновенно повсюду и служатъ первыми возбудителями развитія видовъ добывающей и обрабатывающей промышленности, потому что, пользуясь умноженіемъ потребностей для избытковъ произведеній данной страны, находятъ сбытъ тамъ, гдѣ ихъ недостаетъ. Такъ, напр., торговля пряностями, металлами, каучукомъ, слоновою костью, пушными мѣхами, скотомъ и даже рабами пролагала первые пути сношеніямъ народовъ и заставляла дикарей видѣть выгоды въ обмѣнѣ и въ сосредоточеніи занятій на опредѣленныхъ областяхъ промышленности. Этому особо содѣйствуетъ вызванное необходимостію повсемѣстное развитіе государственной гражданственности, которая прежде всего состоитъ въ спеціализированіи занятій и совпадаетъ какъ съ укрѣпленіемъ правъ народа на свою территорію [8], такъ и съ развитіемъ

---

[7] На разныхъ языкахъ, даже меньше чѣмъ на нашемъ, нѣтъ строгаго различенія заводовъ и фабрикъ. Мельницу мы даже не называемъ ни фабрикою, ни заводомъ, хотя это есть фабрика мучныхъ издѣлій. Крашеніе тканей производится механическими пріемами, но сущность дѣла химическая, а потому заводъ это или фабрика—нельзя и рѣшить. Но тутъ, какъ и вообще въ названіяхъ, строгое рѣшеніе безполезно, особенно когда начинаетъ укрѣпляться общій точный терминъ «заводско-фабричныхъ» производствъ.

[8] Достойно примѣчанія, что спеціализація трудовой промышленной дѣятельности и даже торговой, при первоначальныхъ формахъ развитія общественныхъ отношеній, была, большею частію, въ превратномъ, конечно, по той причинѣ, что историческій моментъ состоялъ въ сложеніи общества, въ его духовномъ объединеніи и въ борьбѣ за единство и территорію. У Платона лучшаго устройства «республики» предположено достигать, возлагая весь производительный трудъ на рабовъ и всю торговлю на «иностранныхъ союзниковъ». Корень погибели политически столь сильныхъ классическихъ народовъ Греціи и Рима, безъ всякаго сомнѣнія, должно искать въ томъ превратномъ отношеніи, какое они имѣли къ промышленному труду. При всѣхъ недостаткахъ китайскаго строя онъ успѣлъ уцѣлѣть многія тысячелѣтія по той причинѣ, что въ Китаѣ промышленность занимала всегда почетное положеніе, привлекала къ себѣ, а не отталкивала, императоръ ежегодно прославлялъ посѣвъ хлѣбовъ, императрица сама ежегодно давала примѣръ разведенію шелковичныхъ червей, мудрецы славили трудолюбивую дѣятельность. Греко-латинскіе примѣры не таковы, а когда

сельскохозяйственной и ремесленной промышленности. Такъ, патріархальный бытъ постепенно переходитъ въ государственный, обыкновенно преимущественно чисто сельскохозяйственный, причемъ обрабатывающая промышленность носитъ на себѣ характеръ чисто ремесленный, а торговля становится ясно видною особою отраслью дѣятельности. Въ такомъ состояніи сложились, съ давнихъ поръ почти до нашихъ дней, Китай, Японія, Индія и вообще старый материкъ Азіи. Европейскія страны не только въ средніе вѣка, но и во все начало новыхъ временъ переживали этотъ первоначальный ремесленно-сельскохозяйственный строй жизни. Если не худшими, то наиболѣе тягостными, хотя и неизбѣжными сторонами этого сельскохозяйственнаго періода должно считать владѣніе немногихъ очень крупными участками земли, господство военнаго быта, множество безплодныхъ для народа жестокихъ войнъ и возрожденіе такихъ неравенствъ правъ и обязанностей разныхъ классовъ жителей, что при немъ наиболѣе трудолюбивые оказались наиболѣе обездоленными. Лучшими же сторонами этого быта должно считать укрѣпленіе понятій о законности, о собственности, о цѣнностяхъ и о пользѣ торговли и затѣмъ закрѣпленіе какъ общегосударственныхъ правъ на территорію, такъ и частныхъ правъ на землю, что привело повсюду къ возможному разцвѣту земледѣлія и къ началу горной промышленности, въ патріархальномъ (охотничьемъ пастушескомъ) бытѣ почти совершенно не существовавшей. Чѣмъ болѣе развивалось истинное просвѣщеніе въ эту эпоху и чѣмъ менѣе оно задерживалось стремленіемъ остановить развитіе на достигнутыхъ успѣхахъ, тѣмъ менѣе вреда принесли худшія стороны этого быта и тѣмъ болѣе укрѣплялись стремленія къ миролюбію и такому теченію жизни, которое опредѣляется извлеченіемъ наибольшей возможной суммы благъ изъ занятой территоріи. Конечно, далеко не все то, что совершилось и совершается

въ нихъ ищутъ опоры всему просвѣщенію, немудрено, что отъ трудовой дѣятельности уклоняется еще не мало умственно-просвѣщенныхъ людей и воспитаніе трудолюбія часто не вяжется съ просвѣщеніемъ, носящимъ характеръ греко-латинской діалектики.

прп. господствующемъ нынѣ повсюду государственномъ бытѣ народовъ, должно быть считаемо возможно наилучшимъ, но не подлежитъ сомнѣнію, что склонность къ всеобщему просвѣщенію, возможное уравненіе правъ и обязанностей и явное миролюбіе много выиграли съ тѣхъ поръ, какъ къ сельско-хозяйственнымъ и ремесленнымъ видамъ промышленности постепенно стали присоединяться заводско-фабричные виды дѣятельности. Это случилось сравнительно недавно и стало повсюду очевиднымъ только въ послѣдней четверти XIX вѣка, хотя началось, особенно въ Англіи, еще въ прошломъ столѣтіи.

Главными поводами (мотивами), объясняющими выступившее значеніе фабрично-заводской промышленности, должно считать, во-первыхъ, то, что она очевидно стала источникомъ скопленія богатствъ въ народахъ, ею усиленно занявшихся [9], особенно тогда, когда продукты земледѣлія, благодаря развитію сухопутныхъ и морскихъ сообщеній и мирному теченію торговли, стали дешевѣть подъ вліяніемъ подвоза хлѣбовъ изъ отдаленнѣйшихъ плодоносныхъ и свѣжихъ странъ (напр., Аргентина, Новая Зеландія, Индія и др.); во-вторыхъ, то, что въ заводско-фабричной промышленности и въ добычѣ ископаемыхъ и новыхъ растительныхъ продуктовъ, которые она потребовала въ изобиліи [10], нашли

[9] Нѣкоторыя данныя въ этомъ отношеніи находятся въ выноскахъ слѣдующаго параграфа.

[10] Сюда относятся особенно: добыча каменнаго угля (ею занято нынѣ въ мірѣ болѣе 1300000 людей, не считая доставки и примѣненія, а кормится, вѣроятно, не менѣе 3 мил.), рудъ желѣза, джута (Индія), хлопка, свекловицы и т. п. Нельзя себѣ и представить, что бы произошло въ Западной Европѣ, если бы ее не выручила фабрично-заводская промышленность. Поймы, въ свое время, латиняне значеніе подобныхъ дѣлъ, умѣй они не столько политизировать, упражняться въ тонкостяхъ діалектики, воевать и управлять, сколько трудиться и распространять свои продукты въ странахъ «варваровъ», римская имперія не пала бы, ея цивилизація могла бы развиваться. Китайцы въ этомъ отношеніи были мудрѣе, оттого и уцѣлѣли, привели «варваровъ» къ своему знаменателю, да притомъ съумѣли, при капиталистической торговлѣ, сдѣлать свою промышленность полуремесленной, не капиталистической. Испытаніе ихъ мудрости наступаетъ нынѣ, когда имъ предстоитъ ввести у себя европейскіе заводы и фабрики.

заработокъ и достатокъ множество жителей, которые, при господствѣ сельскохозяйственнаго быта, при распредѣленіи земель и при улучшеніяхъ въ добычѣ зерновыхъ хлѣбовъ [11], не имѣли прочныхъ способовъ существованія; въ третьихъ, то, что всѣ виды просвѣщенія стали быстро развиваться и широко распространяться по мѣрѣ развитія мира и фабрично-заводской промышленности, а это съ своей стороны послужило новымъ источникомъ для распространенія фабрикъ и заводовъ, такъ какъ они усиленно стали пользоваться плодами научныхъ открытій [12]; въ четвертыхъ, то, что обороты заводовъ и фабрикъ чрезвычайно содѣйствовали развитію какъ торговли [13], такъ и государственныхъ доходовъ [14] и даже военнаго могуще-

[11] Сущность классической формы сельскаго хозяйства сводится на удовлетвореніе всѣхъ нуждъ своими средствами, для чего и заводится при земледѣліи скотоводство, а навозное удобреніе земли становится узломъ дѣла. Тутъ есть своя прелесть самостоятельности. Но и эта форма не можетъ быть прочною, что уже доказали такія населенныя страны, какъ Китай и Японія, гдѣ земледѣліе достигло урожаевъ прочныхъ и сильныхъ, благодаря тому, что понята необходимость пользованія городскими и вообще людскими отбросами. Современная высшая форма «интензивнаго» европейскаго сельскаго хозяйства основалась на искусственныхъ удобреніяхъ (гуано, суперфосфаты, пудретты и т. п.), на примѣненіи всякихъ машинъ и на плодопеременности, требующей разведенія корнеплодовъ и др. не зерновыхъ растеній. Эта форма уже явно отступаетъ отъ классической (себѣ довлѣющей) и сближаетъ со всѣхъ сторонъ сельское хозяйство съ фабриками и заводами, хотя и наименѣе отвѣчаетъ обычной у насъ «экстензивной» формѣ земледѣлія. Цѣль интензивныхъ формъ достигается: на меньшей части земли зерновые хлѣба родятся въ томъ же количествѣ, какъ прежде на большей площади, а попутно, въ вознагражденіе излишнихъ затратъ, получаются многіе новые плоды, которые сбываются скотоводству и сосѣднимъ городамъ, фабрикамъ и заводамъ. Но требуется усиленный трудъ и гораздо болѣе, чѣмъ прежде, знанія, вниманія, находчивости и т. п. Подешевѣлъ, напр., хлѣбъ, ему нѣтъ выгоднаго сбыта, его слѣдуетъ превратить въ мясо, шерсть и т. п., такъ какъ они спрашиваются и въ цѣнѣ держатся, яровыя надо усилить, вмѣсто озимыхъ. словомъ имѣть гибкость, руководимую сознаніемъ, и отъ привычной классической формулы хозяйства отказаться, какъ фабрикантъ отказывается отъ привычной формы ткани, если она не въ спросѣ, а дѣлаетъ то, что спрашивается бойко. Въ комбинаціи же сельскохозяйственной дѣятельности съ заводско-фабричною, какъ это и дѣлается уже, напр., при свекловичномъ хозяйствѣ, мнѣ кажется, не только найдется лучшій выходъ изъ критическаго положенія многихъ хозяйствъ, но и достигнется какъ невозможный иначе расцвѣтъ сельскаго хозяйства, въ сколько либо широкихъ размѣрахъ, такъ и скорѣйшее примиреніе всѣхъ интересовъ сельскихъ хозяевъ и заводчиковъ, чего нельзя особо не желать при современномъ бытѣ Россіи.

[12] Современная (сравнительно очень недавняя, всего съ 60-хъ годовъ) очень сильная германская химическая промышленность, справедливо считаемая нынѣ образцовою для всѣхъ другихъ народовъ, есть ничто иное, какъ химическая лабораторія въ большихъ размѣрахъ; сегодня открытое, завтра поступаетъ на рынокъ, пройдя чрезъ заводъ, что особенно видно на красочныхъ и фармацевтическихъ препаратахъ. Таково же въ С. А. С. Штатахъ положеніе электро-техническихъ открытій и производствъ. Пресловутое противупоставленіе теоріи съ практикою въ вѣкъ промышленности явно исчезаетъ: теорія, не провѣряемая опытомъ, при всей красотѣ концепціи, теряетъ вѣсъ, не признается; практика, не опирающаяся на взвѣшенную теорію, оказывается въ проигрышѣ и убыткѣ — отъ соперничества, опирающагося на теорію. Такъ, въ идеалѣ, вмѣсто мечтательной, зарождается здравая философія, вмѣсто случайности, успѣхъ отвѣчаетъ твердой увѣренности и единство выигрываетъ мѣсто у розни, къ чему и ведетъ вся цивилизація, на пути которой стоятъ фабрики и заводы.

[13] Не подлежитъ сомнѣнію, что торговый обмѣнъ основанъ на спеціализаціи, на потребности однихъ въ томъ, чего много у другихъ, и что современная торговля тѣмъ развитѣе, чѣмъ болѣе доставляетъ фабрикамъ и заводамъ сырье, беря отъ нихъ готовые продукты. Здѣсь нѣтъ надобности въ цифрахъ. но необходимо указать на то, что сама торговля для своихъ орудій и способовъ, начиная отъ желѣзныхъ кораблей и кончая бумагой для счетовъ, пользуется на каждомъ шагу фабриками и заводами, которыхъ потребность проникаетъ все дальше и больше во всѣ закоулки жизни.

[14] Зависимость (прямая и косвенная) государственныхъ доходовъ отъ развитія фабрикъ и заводовъ указывается въ числахъ, приводимыхъ въ § 2. Здѣсь замѣтимъ прежде всего, что фабрики и заводы немыслимы безъ господства общаго порядка именно потому, что они не довлѣютъ сами себѣ, основываются именно на широкомъ обмѣнѣ, а потому они въ корнѣ всегда будутъ за государственный порядокъ. Но чтобы моя мысль не подверглась ложному толкованію, считаю полезнымъ прибавить, что правительственное дѣло есть тоже свое спеціальное, отдавать его попеченію фабрикантовъ также неосновательно, какъ передавать его въ руки землевладѣльцевъ, воиновъ, священниковъ и т. п. Истиннымъ дѣятелямъ земледѣлія, фабрикъ и заводовъ много своего дѣла и они въ общемъ столько же заинтересованы, какъ и всякій иной, они могутъ дать свои сужденія, стоя близко къ жизни, но спеціальныя стороны управленія, необходимо долженствующаго принять во вниманіе всю совокупность общихъ

ства [15], и въ пятыхъ, то, что продукты фабрикъ и заводовъ, постоянно понижаясь въ цѣнѣ [16] и повышаясь въ качествѣ [17], стали проникать въ больший чѣмъ прежде кругъ потребителей, увеличили всеобщее удобство [18] и первые вступили въ самые отдаленные края міра [19], такъ что становятся одною изъ первыхъ прямою причиною расширенія европейской образованности во всемъ свѣтѣ. Получивъ же важное государственное и міровое значеніе, фабрично-заводская промышленность прямо или косвенно содѣйствуетъ не только всеобщему просвѣщенію, но и мирному теченію дѣлъ внутренней и внѣшней политики государствъ, хотя, вслѣдствіе большого значенія капитализма и огромнаго понынѣ [20] неравенства развитія въ разныхъ странахъ заводовъ и фабрикъ, явились, надо думать, временныя при-

интересовъ, имъ также могутъ быть чужды, какъ и другія спеціальности. Не заходя далѣе въ разборъ этого предмета, я закончу это отступленіе лишь повтореніемъ замѣчанія о томъ, что развитіе фабрикъ и заводовъ, опирающихся на порядокъ и справедливыя правовыя отношенія, повсюду должно укрѣплять, и дѣйствительно укрѣпляетъ, государственное благоустройство, какъ укрѣпляетъ миръ и развитіе наукъ. Это и не можетъ быть иначе, если фабрики и заводы отвѣчаютъ живымъ и назрѣвшимъ требованіямъ времени и цивилизаціи.

[15] Достаточно указать на то, что современные корабли, пушки, ружья и порохъ суть произведенія заводовъ и фабрикъ со всѣми новѣйшими ихъ аттрибутами и съ ихъ союзомъ съ наукою.

[16] Громадная масса фабрично-заводскихъ товаровъ дешевѣетъ на памяти людей всюду. Такъ ситцы, стоившіе у насъ въ концѣ 70-хъ годовъ по 20 коп. за аршинъ, стоятъ теперь по 10 к. и ниже; керосинъ, стоившій въ тѣ же годы по 1 р. 50 коп. пудъ, стоитъ теперь, не смотря на 60 к. акциза, около 1 р., а на мѣстѣ добычи въ Баку безъ акциза, 10—много что 15 к. за пудъ. Приведу въ видѣ примѣра изъ юбилейнаго отчета гамбургской биржи (1888 г.), какъ измѣнялась цѣна—въ маркахъ—за сто килограммовъ (около 6,1 пуда) желѣза, а именно беру среднюю цѣну за пятилѣтіе 1871 — 1875 гг. и цѣну за 1888 годъ. Чугунъ съ 11 марокъ упалъ до 4,85 м., грубые желѣзные товары съ 39 м. до 27,8 м., желѣзо англійское съ 26 м. до 13,0 м., желѣзо шведское съ 32 м. до 16,55 марокъ и т. д; паденіе въ 15 лѣтъ въ два почти раза.

[17] Возвышеніе качества фабрикатовъ также у всѣхъ на глазахъ и на памяти, какъ видно по тканямъ, бумагѣ, рельсамъ (нынѣ требованія при ихъ пріемкѣ повсюду очень строги и прежняго понятія и лопанья уже почти не существуетъ), стеклу, не говоря уже о содѣ и т. п. химическихъ продуктахъ, которыхъ прежде и нельзя было достать въ той степени чистоты, какъ нынѣ. Предубѣжденіе, когда-то господствовавшее, о преимуществахъ товаровъ ручной работы предъ машинными, постепенно исчезаетъ, не только потому, что прилагаются всѣ усилія къ улучшенію качества фабрикатовъ, но и потому, что улучшенія реальны.

[18] Стоитъ оглянуться кругомъ себя, чтобы въ этомъ убѣдиться, такъ какъ даже въ домашней обстановкѣ преобладаютъ продукты фабрикъ и заводовъ, въ общественной же, начиная съ желѣзныхъ дорогъ и кончая сукномъ на сюртукѣ, большинство окружающаго (въ домахъ—кирпичъ, цементъ, стекло, паркетъ и т. д.) прошло фабрики и заводы.

[19] Въ Африкѣ европейскія фабричныя ткани, бусы, проволока и т. п. служатъ, какъ деньги. Въ Китай и Японію идетъ еще множество продуктовъ европейскихъ фабрикъ и заводовъ, ремесленные же продукты Европы тамъ не нужны, это они сами сдѣлаютъ и лучше, и дешевле.

[20] Въ важнѣйшихъ частяхъ заводско-фабричной промышленности есть свойство міровой всеобщности. Пища, одежда, оружіе, жилище и т. п. въ разныхъ странахъ разные и пѣть основаній ихъ объобщить, отнимая у китайца рисъ и трепанги или у русскаго черный хлѣбъ, щи и квасъ. Но желѣзо, сахаръ, хлопчатобумажная ткань, порохъ, золото, стекло, керосинъ и т. п. становятся всемірными, потому что лучшаго нигдѣ не придумано. Заводско-фабричные товары, при такомъ своемъ свойствѣ проникать всюду, въ большинствѣ случаевъ еще новы, производятся въ немногихъ мѣстахъ на землѣ и эти мѣста пріобрѣтаютъ своими производствами такія преимущества надъ мѣстностями, гдѣ этого не дѣлается, что равенства отношеній быть не можетъ, хотя и идетъ обмѣнъ. Запретить нельзя производство подобныхъ же товаровъ всюду тамъ, гдѣ они имѣютъ спросъ, но дѣлать оказывается иногда невозможнымъ, потому что старое, крѣпкое производство другой страны всегда имѣетъ возможность задавить (спуская товаръ временно даже въ убытокъ) всякій зародышъ начала производства на мѣстѣ прежняго рынка, гдѣ при началѣ дѣла и безъ того придется преодолѣвать массу трудностей. Это ведетъ къ коренному неравенству, къ экономической несоизмѣримости и приводитъ къ системѣ протекціонизма, о которой говорится кратко въ слѣдующемъ параграфѣ. При всемъ природномъ богатствѣ, при всей скученности трудолюбивѣйшаго народа и при всѣхъ другихъ рессурсахъ Китаю нельзя будетъ ввести у себя многихъ недостающихъ ему европейскихъ производствъ, не прибѣгнувъ къ протекціонизму, если потребности страны потребуютъ такихъ товаровъ и если смѣна укоренившейся обстановки начнется. Россія въ этихъ отношеніяхъ стоитъ на грани, около средины между странами съ высшею и низшею степенями развитія фабрично-заводскихъ дѣлъ, какъ видно изъ чиселъ слѣдующаго параграфа.

скорбныя обстоятельства, подобныя промышленнымъ кризисамъ, стачкамъ (трёстамъ), притѣсненію слабыхъ государствъ, таможеннымъ войнамъ и т. п. Не подлежитъ однако сомнѣнію, что несовершенства промышленнаго строя жизни или постепенно сглаживаются сами собою, или, выступивъ во всеобщемъ сознаніи, станутъ постепенно исчезать, лучшія же стороны такого порядка (распространеніе цивилизаціи и просвѣщенія во всемъ мірѣ, мирное рѣшеніе международныхъ вопросовъ, распространеніе довольства, правъ и обязанностей на всѣ классы жителей и удешевленіе удовлетворенія наибольшей части потребностей), навѣрное, ведутъ міръ къ такому порядку, котораго невозможно было ждать при господствѣ чисто патріархальнаго или даже явнаго сельскохозяйственнаго теченія дѣлъ въ прежде бывшія эпохи. Такимъ образомъ, можно думать, что весь міръ постепенно со временемъ приметъ—какъ наиболѣе выработанный и какъ необходимый —промышленный, въ широкомъ смыслѣ слова, строй жизни, который характеризуется тѣмъ, что при немъ единовременно и стройно развивается какъ охотничскій [21] и сельскохозяйственный [22] промыслы, такъ и горная и заводско-фабричная промышленность, то-есть осуществляется великое разнообразіе людской дѣятельности; при немъ затѣмъ особо сильно развиваются торговые пути сообщеній, просвѣщеніе и миролюбіе, что не только ведетъ къ поощренію труда, къ бережливости, т.-е. накопленію достатковъ, и ко всякому прогрессу, но и смягчаетъ нравы, примиряетъ эгоистическія стремленія съ альтруистическими [23] и даетъ возможность предвидѣть нескончаемый въ потомствѣ рядъ улучшеній, такъ какъ при промышленномъ строѣ возможно ждать какъ безпредѣльныхъ успѣховъ точныхъ знаній, такъ и совокупности жизненныхъ условій для массы умножающагося населенія въ гораздо большей мѣрѣ, чѣмъ объ этомъ можно было думать не только въ патріархальную, но и въ сельскохозяйственную эпохи [24], хотя труды, но

---

[21] Въ промышленный вѣкъ даже въ рыбной ловлѣ, вырубкѣ лѣсовъ, китоловствѣ и т. п. отрасляхъ охоты не только заводятся порядокъ, свои права и обязанности, но и множество коренныхъ улучшеній, очевидныхъ въ искусственномъ рыбоводствѣ и разведеніи лѣсовъ.

[22] Нигдѣ сельское хозяйство не можетъ сильнѣе, богаче, полнѣе и стройнѣе развиваться, какъ въ странахъ и ихъ частяхъ, проникнутыхъ фабриками и заводами или ремесленнымъ населеніемъ (какъ въ Китаѣ и Японіи), потому что потребитель тогда рядомъ. Англія, Бельгія, части Франціи и Германіи наглядно убѣждаютъ въ этомъ; въ заводскихъ округахъ ѣдешь какъ по парку, вездѣ сады, вездѣ высшая культура, изъ никуда негодной земли извлекаютъ большой доходъ. Когда Россія проникнется заводами и фабриками, ей не надо будетъ думать о вывозѣ своего хлѣба, плодородіе и вся обработка ея земель неизбѣжно возрастутъ и поднимется весь уровень страны и ея потребностей.

[23] Развитіе промышленнаго строя непремѣнно ведетъ въ концѣ концовъ къ миролюбію (о пастушескомъ и патріархальномъ хозяйственномъ бытѣ никто этого не скажетъ, они по сущности—воинственные), потому что промышленность отличается широтою сношеній по обмѣну и сама себѣ довлѣть не можетъ. Дикарю, даже кочевнику, надо много мѣста и его трудъ для одного прокормленія великъ, если нѣтъ особо благопріятныхъ условій климата и почвы (оттого въ тропикахъ дольше всего и держатся дикари), онъ избѣгаетъ сношеній съ чужими народами, потому что въ нихъ видитъ только войну. При промышленномъ развитіи, этотъ «естественный» порядокъ, основанный на борьбѣ, постепенно совершенно измѣняется: чѣмъ тѣснѣе живутъ, тѣмъ дружнѣе уживаются, тѣмъ шире и сильнѣе развивается доброжелательство, тѣмъ меньше тратятъ силъ на прокормленіе, тѣмъ независимѣе становятся отъ почвы и климата, и тѣмъ болѣе все сводится на добровольный обмѣнъ, на соглашеніе, союзъ, объединеніе, пониманіе общаго въ личномъ. Промышленнику всегда захочется, если только можно, избѣжать войны, потому что его прямые интересы должны пострадать отъ войны. Развитіе миролюбія въ послѣднія десятилѣтія очевидно связано съ успѣхами промышленности. Не простое совпаденіе, а строгую логичность представляетъ поэтому совмѣщеніе въ императорѣ Александрѣ Александровичѣ всему міру извѣстнаго миролюбія съ тѣмъ покровительствомъ русской фабрично-заводской промышленности, которымъ до того отличены годы его царствованія, что они не забудутся никогда въ признательныхъ русскихъ сердцахъ.

[24] Химія, производя свои синтезы сложнѣйшихъ углеродистыхъ веществъ, физика, изучая мѣру энергіи, посылаемой солнцемъ на землю, и растительная физіологія, наблюдая поглощеніе этой энергіи зелеными частями растеній для преобразованія углекислоты воздуха, воды и питательныхъ началъ почвы въ сложныя углеродистыя вещества, образующія пищу, даютъ, если не полную увѣренность, то большую вѣроятность предположенію о возможно-

не трудности, впереди и должны умножиться. Союзъ точныхъ знаній съ промышленностію, при должномъ уваженіи къ труду, какъ матеріальному, такъ и духовному, сталъ міровой и мирной силой, на которой одной можетъ успокоиться пытливый умъ, приподнимая завѣсу будущаго.

Такимъ образомъ, начало у людскихъ обществъ всюду однообразно-патріархально, и конецъ тоже долженъ быть однообразенъ, и въ немъ, какъ ни будетъ измѣнено многое, непремѣнно и очевидно будутъ участвовать заводы и фабрики. Наше время переходное, когда часть міра еще ведетъ патріархальную жизнь, а часть достигла сложнѣйшихъ ступеней промышленнаго развитія, богатѣя на счетъ отставшихъ народовъ, что приведетъ рано или поздно эти послѣдніе къ тому же концу, т. е. развитію промышленнаго строя, проникшаго на глазахъ современниковъ въ пустыни Сѣверной Америки и Австраліи и понемногу очевидно проникающаго въ столь замкнутыя страны, каковы Китай и Центральная Африка. Ничто не ускользнетъ отъ этого объединенія, а такъ какъ земная поверхность округлена и ограничена, то конецъ этого уже начавшагося процесса не замедлитъ наступить при нашихъ внукахъ. У исторіи людскихъ отношеній очевиденъ одинъ общій конецъ: сложный промышленный строй жизни. Остановиться на пути никому нельзя или можно лишь временно. Вступленіе всего міра въ эту промышленную эпоху будетъ началомъ новѣйшей исторіи, въ которую завоюютъ отъ природы право на удовлетвореніе жизни безгранично увеличивающіяся массы людей, причемъ моря и горы будутъ не препятствіемъ, а средствомъ, какимъ стали рѣки и полезныя ископаемыя, океаны воды и воздуха и всѣ силы природы, которыхъ страшились наши предки.

в) **Вещества и силы природы, примѣняемыя въ промышленности.** Въ патріархальномъ строѣ жизни люди брали отъ природы то, что въ ней находили готоваго и себѣ пригоднаго, а потому человѣкъ былъ полнымъ рабомъ окружающей природы. Сообразно съ этимъ построились его жизнь и понятія. При сельско-хозяйственномъ строѣ жизни, когда болѣе прежняго постигнуты были законы размноженія организмовъ, уже началось обладаніе природою и получилась нѣкоторая свобода отъ гнетущихъ ея условій, но эпохи неурожаевъ, повальныхъ болѣзней и весьма обычныхъ тогда войнъ, опредѣляемыхъ нерѣдко стремленіемъ къ захвату земель для земледѣлія и скотоводства, показывали, что обладаніе природою было еще въ младенчествѣ. Изученіе окружающей природы, постиженіе ея матеріаловъ, законовъ и силъ, а затѣмъ и пользованіе ими для созданія новыхъ условій промышленной жизни начались сравнительно недавно, какъ видно уже изъ того, напримѣръ, что самый основатель всей современной химіи Лавуазье жилъ въ концѣ прошлаго столѣтія (1743 — 1794) [25] или изъ

сти, помимо растеній, изъ углекислоты воздуха, воды и почвенныхъ началъ—производить питательныя углеродистыя вещества, такъ что мыслимы, хотя еще и далеки отъ осуществленія, заводы, на которыхъ даровая энергія солнца будетъ превращать даровые воздухъ и воду въ пищу. Тогда между числомъ жителей и поверхностью земли не будетъ современной зависимости, приведшей мальтузіанцевъ къ выводамъ, противнымъ естеству, и населенность земли, регулируемая производствомъ питательныхъ веществъ, можетъ быть неисчислимо велика. Но и безъ этого полумечтательнаго представленія, въ виду еще почти нетронутыхъ пространствъ воды, безграничныхъ пустынь, могущихъ средствами промышленности превратиться въ плодородныя страны, лишь были бы миръ и довольство, энергія и трудолюбіе, развитіе наукъ и промышленности—производство пищи не должно останавливать людей въ стремленіи насладиться высшимъ счастьемъ въ дѣтяхъ и въ ожиданіи впереди еще многихъ новыхъ успѣховъ въ организаціи жизненныхъ условій. Промышленная эпоха лишь начинается и своимъ началомъ обѣщаетъ нескончаемый прогрессъ во всѣхъ отношеніяхъ, которыя казались въ прошлыя эпохи представляющими непреодолимыя препятствія при наростаніи населенія.

[25] До Лавуазье, хотя и существовали многія хорошо установленныя химическія свѣдѣнія, не было никакой ясности въ химическихъ соображеніяхъ, а потому не могло быть и предвидѣнія химическихъ отношеній, слѣдовательно были, такъ сказать, рецепты, но ихъ смыслъ былъ сокрытъ. Конечно, не все и нынѣ всегда ясно, но многое до того ясно, что можно предъузнавать чисто фактическія данныя и свойства многихъ веществъ ранѣе ихъ дѣйствительнаго полученія, какъ можно убѣдиться при знакомствѣ съ химіею. Но не одна она есть плодъ послѣднихъ ста лѣтъ. Первый опытъ Гальвани

того, что причину множества явленій, подобныхъ броженію и заразнымъ болѣзнямъ, состоящую въ размноженіи микроскопически малыхъ организмовъ, стали сколько-нибудь понимать только въ послѣдней половинѣ XIX столѣтія когда Пастеръ (скончался въ 1895), а за нимъ и многіе другіе стали изучать броженіе и заразы. Нынѣ, по множеству накопившихся примѣровъ, ясно, что покоренія природы, т.-е. приложенія ея силъ и матеріаловъ на общую пользу, можно ждать только при ихъ знаніи, потому особенно, что ни вещество, ни силы природы не творятся и не исчезаютъ, остаются въ томъ же количествѣ, данномъ въ природѣ, родятся же и умираютъ только индивидуальные организмы и тѣ сочетанія (формы) вещества и силъ, которыми мы окружены, чтобы дать непосредственно затѣмъ мѣсто новымъ организмамъ и сочетаніямъ элементовъ и силъ. Направить эти сочетанія въ возможныя и полезныя для людей стороны — значитъ обладать природою, приноровлять ее на пользу. Это началось съ посѣва сѣмянъ и съ разведенія стадъ, по той причинѣ, что тайна природы, здѣсь сокрытая, наиболѣе была понятна людямъ по собственному опыту. Конца же постиженія природы нельзя ждать даже и тогда, когда люди сумѣютъ изъ воздуха, воды и почвы искусственно (на фабрикахъ и заводахъ) производить, подобно тому какъ это совершается въ растеніяхъ, ту сумму сложныхъ веществъ, которыя входятъ въ пищу [26]. Современные успѣхи знаній на этомъ пути хотя и многочисленны, но еще такъ недавни, что впереди предстоитъ, безъ сомнѣнія, множество важнѣйшихъ открытій. Сущность дѣла здѣсь въ томъ, что матеріалъ всему потребному для жизни организмовъ, въ томъ числѣ и для людей, данъ въ природѣ, организмы только претворяютъ его, распредѣляютъ его элементы въ иной видъ, то-есть дѣлаютъ то самое, что производится на фабрикахъ и заводахъ. Въ организмахъ это претвореніе или новое сочетаніе элементовъ производится подъ вліяніемъ не только жизнедѣятельности (совокупности силъ, дѣйствующихъ въ организмахъ), и окружающей среды, но также и солнечной энергіи, приходящей на земную поверхность въ видѣ лучей (лучистой энергіи солнца) свѣта и теплоты. Хотя попытки прямого пользованія солнечною теплотою въ промышленности для полученія видовъ механическаго движенія (что несомнѣнно, судя по опыту, возможно, только еще мало практически доступно) нельзя считать еще вполнѣ удавшимися, хотя практически донынѣ выгоднѣе и проще пользоваться частію доходящей до земли солнечной энергіи при помощи разведенія культурныхъ растеній, тѣмъ не менѣе, примѣняя вѣтеръ и паденіе воды для двигателей и пользуясь паровыми и вообще калорическими (теплотными) двигателями, люди косвенно примѣняютъ тотъ же источникъ энергіи, такъ какъ причину силы вѣтра, испаренія воды, собранія ея въ дождь, снѣгъ и рѣки, равно какъ и причину образованія топлива или углеродистыхъ горючихъ веществъ, подобныхъ дереву и каменному углю, прямо или косвенно должно видѣть въ той же лучистой энергіи солнца, которое составляетъ главный источникъ всей жизни земной поверхности, включая въ нее и жизнь организмовъ. Прямо ли отъ солнца или косвенно чрезъ посредство вѣтряныхъ, водяныхъ и паровыхъ двигателей, или при содѣйствіи развитія растеній, поглощающихъ эту энергію солнца, когда они образуютъ свои углеродистыя вещества изъ углекислаго газа воздуха, воды и почвы [27], во всякомъ случаѣ

съ лягушкой относится къ 1792 г., первый Вольтовъ столбъ—къ 1800 г., разложеніе воды (Никольсонъ и Карлиль) и щелочей (Дави) къ самому началу нашего столѣтія, открытіе гальванопластики (Якоби)—къ 1835 г., динамомашины считаютъ за собой лишь 30 лѣтъ и т. п. Внимая въ приложенія наукъ къ практическимъ потребностямъ, не должно забывать, что очень многое въ нашихъ основныхъ знаніяхъ само еще очень молодо, а потому немудрено, что во многихъ частяхъ технологіи приходится ограничиваться, какъ прежде было вообще, описаніемъ того, что дѣлается, и того, что предложено дѣлать, не имѣя возможности указать, что же необходимо дѣлать для достиженія желаемой цѣли и какіе способы въ концѣ останутся неизмѣнными по существу.

[26] См. выноску [24].

[27] Когда горитъ уголь и даетъ углекислый газъ CO^2, развивается тепло, а потому уже очевидно, что когда CO^2 даетъ уголь или вообще горючее углеродистое вещество, непремѣнно должно поглощаться тепло, то есть его

громадное большинство силъ, примѣняемыхъ въ промышленности, ведетъ такимъ образомъ свое начало отъ лучистой энергіи солнца. Теплотою, внутри земли несомнѣнно содержащеюся и не находящеюся въ прямой зависимости отъ доходящей до насъ нынѣ энергіи солнца, еще почти не начинали пользоваться для промышленныхъ цѣлей, хотя въ глубокихъ шахтахъ уже достигаютъ до слоевъ земли, гдѣ температура всегда выше 30° Ц., а въ нѣкоторыхъ теплыхъ источникахъ, напр. въ Гейзерахъ Исландіи, Національнаго Парка С. Америки и Новой Зеландіи, получаютъ воду нагрѣтую выше 100° Ц., что даетъ увѣренность въ возможности современемъ пользоваться тепломъ внутренности земли въ промышленности, для чего даже имѣется примѣръ въ пользованіи тосканскими фумаролами для испаренія слабыхъ растворовъ борной кислоты. Силою морскихъ приливовъ и отливовъ, производимыхъ лунным и солнечнымъ притяженіемъ, также почти еще не пользуются въ техникѣ, хотя здѣсь имѣется громаднѣйшій запасъ энергіи. Тяжесть, опредѣляющая паденіе тѣлъ, хотя дѣйствуетъ на всѣ тѣла, рѣдко прямо примѣняется въ промышленности, косвенно же очень часто. Такъ, паденіемъ пестовъ пользуются въ толчеяхъ, напр. при выжимкѣ растительныхъ маслъ, паденіемъ тяжелыхъ грузовъ, постепенно поднимаемыхъ избыткомъ силы нѣкоторыхъ двигателей, пользуются въ аккумуляторахъ, напр. при гидравлическихъ прессахъ, паденіе воды примѣняется въ водяныхъ двигателяхъ и т. п. Чаще же всего въ современной промышленности приходится пользоваться силами механическими, физическими, химическими и физіологическими, сокрыто связанными съ лучистою энергіею солнца. Такъ, напримѣръ, *механическія силы*, примѣняемыя въ промышленности, обыкновенно суть: а) силы людей или животныхъ, которыя прямо зависятъ отъ органической ихъ пищи, а она заключаетъ энергію солнца, поглощенную растеніями; б) силы вѣтра и падающей воды, которыя въ огромномъ большинствѣ случаевъ имѣютъ несомнѣнно то же происхожденіе; в) паровая и вообще калорическая сила, обыкновенно основанная на сожиганіи топлива, скрытая энергія котораго (теплопроизводительная способность) имѣетъ свой источникъ опять-таки въ энергіи солнца, и г) электрическіе двигатели, обыкновенно берущіе энергію двигателей предшествующихъ разрядовъ. Изъ *физическихъ* силъ, находящихъ приложеніе въ промышленности, чаще всего пользуются теплотою и гальваническимъ токомъ, ведущимъ обыкновенно свое происхожденіе отъ скрытой энергіи топлива, проявляющейся въ химическомъ процессѣ горѣнія. Свѣтъ (напр. при бѣленіи тканей, фотографированіи и т. п.) и магнетизмъ (напр. при извлеченіи частицъ желѣза изъ бумажной массы) находятъ гораздо болѣе рѣдкое приложеніе въ промышленныхъ превращеніяхъ, огромное большинство которыхъ совершается или при косвенномъ содѣйствіи, или при непосредственномъ участіи *химическихъ силъ*, какъ видно уже изъ того, что большинство механическихъ и физическихъ превращеній, производимыхъ въ промышленности, совершаются, особенно при современномъ періодѣ развитія промышленности, при содѣйствіи паровыхъ двигателей, дѣйствующихъ на счетъ химической силы, скрытой въ топливѣ. Поэтому-то центръ пониманія всей современной промышленности должно искать въ сознательномъ пользованіи химическими превращеніями вещества. А такъ какъ они совершаются наиболѣе легко и явно тогда, когда сопровождаются отдѣленіемъ тепла (т.-е. когда химическія реакціи относятся къ числу выдѣляющихъ теплоту или экзотермическихъ), и такъ какъ между ними горѣніе топлива наиболѣе доступно и общепримѣнимо, то знакомство съ основами современной промышленности, особенно фабрично-заводской, естественно начинать съ изученія топлива и горѣнія, какъ это и сдѣлано въ этомъ сочиненіи, двѣ первыя главы котораго имъ и посвящены. Если сельскохозяйственная дѣятельность преимущественно опирается на жизнедѣятельность организмовъ (производство растеній и животныхъ), если горная промышленность,

---

энергія магазинируется (какъ въ аккумуляторѣ) въ происходящемъ веществѣ, поэтому, горючія вещества, происходящія изъ растеній, содержатъ въ себѣ въ скрытомъ (магазинированномъ) видѣ энергію солнечныхъ лучей.

подобно охотѣ, только беретъ то, что заготовила природа безъ участія сознательной дѣятельности людей, то для фабрично-заводской промышленности наиболѣе характерно то, что она опирается на химическія превращенія веществъ. Съ этой точки зрѣнія становится совершенно яснымъ и позднѣйшее, недавнее начало развитія заводско-фабричной дѣятельности, и увѣренность въ ея быстромъ дальнѣйшемъ возрастаніи и даже то, что современную заводско-фабричную промышленность нельзя плодотворно изучить безъ предварительнаго знакомства съ основами химическихъ знаній, хотя на первый взглядъ и можетъ показаться, что совокупность механическихъ и физическихъ свѣдѣній охватываетъ большинство техническихъ пріемовъ. Чтобы оправдать это послѣднее заключеніе, достаточно для примѣра указать на то, что въ современной заводско-фабричной промышленности, по суммѣ многихъ соображеній, по разсчету и по опыту, повсюду стали предпочитать всѣмъ инымъ двигателямъ (а отъ нихъ зависятъ всѣ механическія измѣненія, совершаемыя на фабрикахъ и заводахъ) паровые (или, общѣе, термическіе, основанные на пользованіи тепломъ, развивающимся при горѣніи, напр. газовые и керосиновые), выгодность же ихъ зависитъ, очевидно, отъ раціональности пользованія топливомъ и управленія горѣніемъ. Съ другой же стороны, слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что механическія производства, начиная съ пряденія, кованія, передвиженія и т. п., зародились въ обыденной жизни, извѣстны и дикарямъ, превратились же въ заводско-фабричныя производства лишь ради экономіи труда, тогда какъ химическія превращенія, совершаемыя на заводахъ, въ большинствѣ случаевъ чужды пріемамъ обыденной жизни и только немногія составляютъ простое усовершенствованіе домашнихъ пріемовъ, напр. производство спирта и сахара. Такимъ образомъ, химическія производства и химическія измѣненія наиболѣе характеризуютъ всю заводско-фабричную промышленность. Въ будущемъ мыслимо, что многіе виды механическихъ производствъ, напр. ткацкое и прядильное, по мѣрѣ усовершенствованія станковъ и распредѣленія механической силы, опять изъ крупныхъ массовыхъ предпріятій распредѣлятся въ мелкія ремесленныя заведенія, но этого нельзя представить въ отношеніи большинства химическихъ производствъ, начиная съ металлургическихъ, стеклодѣльныхъ, сахарныхъ и т. п., тѣмъ болѣе, что здѣсь, болѣе чѣмъ въ механическихъ производствахъ, успѣхъ дѣла (его выгодность) зависитъ всецѣло отъ совокупности сложныхъ познаній о химическихъ превращеніяхъ веществъ, а они не могутъ входить въ кругъ общераспространенныхъ свѣдѣній по причинѣ сокрытости силъ, при нихъ дѣйствующихъ, и великому разнообразію отношеній и обстоятельствъ, здѣсь встрѣчающихся. Хотя силы и явленія въ организмахъ еще сложнѣе и таинственнѣе, но пользованіе ими облегчается тѣмъ, что человѣкъ самъ есть организмъ, а потому инстинктивно предугадываетъ требованія другихъ организмовъ, чего никакъ нельзя сказать о химическихъ условіяхъ и требованіяхъ, для догадки или инстинктивнаго пониманія которыхъ уже требуется спеціальная подготовка, чтобы очутиться въ кругѣ невидимыхъ глазу химическихъ превращеній. Конечно, знаніе механическихъ законовъ облегчаетъ пользованіе механическими пріемами производствъ, но ихъ внѣшняя видимость дѣлаетъ ихъ болѣе доступными для всякаго къ нимъ приступающаго, чего нельзя сказать про химическія превращенія, чуждыя очевидности, такъ какъ совершаются на разстояніяхъ незамѣтныхъ не только для простого глаза, но и при вооруженіи сильнѣйшими микроскопами. Вызываемое изученіемъ обладаніе или пользованіе подобными сокрытыми (частичными, молекулярными) отъ глазъ силами природы, въ числѣ которыхъ тепло, электричество и химизмъ занимаютъ первое мѣсто, составляетъ сравнительно лишь недавній успѣхъ знаній и такъ уже сильно вліяетъ на ходъ всей промышленности, что впереди невидать границъ новымъ отраслямъ промышленности, какъ ихъ нѣтъ для успѣховъ знаній. Этимъ характеризуется промышленное направленіе уже въ наши дни, когда союзъ знанія и промышленности едва сталъ очевиденъ и обѣщаетъ нескончаемые успѣхи

всякаго рода и между ними облегченіе труда во всѣхъ областяхъ, хотя трудъ самихъ наукъ и умножается.

Въ числѣ внѣшнихъ силъ, примѣняемыхъ на заводахъ и фабрикахъ для превращенія вещества въ желаемыя формы и виды, нельзя упустить и *силу, организмамъ свойственную*, проявляющуюся прежде всего въ присущей имъ способности размножаться, такъ какъ на ней основаны многія производства, особенно же всѣ (винокуреніе, винодѣліе, пивовареніе и т. д.), берущія начало отъ броженія.

Но какую бы совокупность силъ и передаточныхъ для нихъ механизмовъ ни взяли, все же всякое производство, для направленія совершающихся въ немъ измѣненій вещества въ желаемую сторону, всегда потребуетъ большей или меньшей мѣры сознательнаго участія въ немъ физическихъ и духовныхъ *силъ человѣка*, какъ ружье—прицѣла и спуска курка, или какъ топливо требуетъ зажиганія, а желаемое броженіе — совокупности опредѣленныхъ условій, или какъ оплодотвореніе требуетъ двухъ половъ. Мѣру участія людей въ данномъ производствѣ можно и, ради экономіи личнаго труда, даже должно стремиться уменьшать, но совершенно избѣжать, конечно, никогда нельзя будетъ, не только потому, что всякое производство, кромѣ постоянныхъ, предвидимыхъ сопротивленій, встрѣчаетъ случайныя и непредвидимыя (такъ, движущаяся лодка, кромѣ сопротивленія воды, встрѣчаетъ мели и встрѣчныя лодки), которыя должно преодолѣть усиліемъ разумной воли (таковъ, напр., въ прядильной машинѣ—разрывъ нити), но также и потому уже, что во всякую совокупность механизмовъ на фабрикахъ и заводахъ должно доставить откуда-то сырье или матеріалъ, а готовый продуктъ препроводить по мѣсту потребленія. Мѣра участія въ фабрично-заводскихъ дѣлахъ рабочихъ силъ (техниковъ, механиковъ, надсмотрщиковъ, чернорабочихъ и пр.) весьма различна въ разныхъ производствахъ и при разныхъ степеняхъ ихъ развитія. Такъ, напр., при прядѣніи на современныхъ станкахъ хлопка на пудъ среднихъ сортовъ (№ 25—35) пряжи нынѣ расходуется около двухъ (8-ми часовыхъ) рабочихъ дней участвующихъ лицъ, тогда какъ при ручной пряжѣ не только не можетъ быть достигнута желаемая равномѣрность, но и расходъ времени въ десять разъ значительнѣе [28]. Самыя важныя движущія силы, необходимыя для фабрично-заводской промышленности, составляютъ, однако, личныя силы (воля, инпціатива, капиталъ) *предпринимателя* (или совокупности предпринимателей), знанія *техника* (или техниковъ, устроителей, руководителей) и *хозяйственныя условія* — сводящіяся на обмѣнъ, спросъ и предложеніе, такъ какъ безъ благопріятнаго сочетанія этихъ силъ немыслимо было-бы и самое возникновеніе фабрикъ и заводовъ. Не останавливаясь на двухъ первыхъ силахъ, такъ какъ ихъ значеніе ясно само по себѣ,—считаю необходимымъ выставить въ отношеніи къ хозяйственнымъ условіямъ нѣсколько примѣровъ, которые, надѣюсь, выяснятъ это сложное дѣло въ нѣкоторой степени.

Когда кругомъ еще много лѣсовъ, мало жителей и отсутствуетъ промышленность—нѣтъ пользы, не можетъ быть и потребности въ данной мѣстности разрабатывать торфяники, даже добывать каменный уголь, хотя послѣдній для вывоза

[28] Хотя принципіально всего выгоднѣе на фабрикахъ и заводахъ вездѣ, гдѣ можно, примѣнять работу двигательныхъ машинъ, а не людей или животныхъ, но въ конкретныхъ случаяхъ можетъ быть обратное, что зависитъ не отъ относительной цѣнности, которая всегда была бы въ пользу механическихъ двигателей (вѣтра, воды и паровой силы), при современномъ отношеніи цѣнъ топлива и питательныхъ веществъ (ибо и они механически работаютъ, сгорая въ организмахъ животныхъ), но отъ совокупности другихъ обстоятельствъ, напр., непостоянства работы, перемѣнчивости ея характера и т. п. Въ примѣрахъ это очевидно. Тамъ, гдѣ нужно постоянно бить сваи, гдѣ постоянно должно пилить бревна или крошить камень—выгоднѣе дѣлать это паровою силою, но та же работа временно гораздо выгоднѣе сдѣлается силою людей. Обзаводство машинами вообще только тогда совершенно необходимо для выгодности, когда работа велика и продолжительна. Паровая молотилка, даже наемная, временная, не можетъ быть выгодна въ хозяйствѣ, гдѣ весь умолотъ сдѣлается машиною въ часъ-другой времени, но здѣсь можетъ быть выгодна конная молотилка – вмѣсто ручного обмолота, но и то не при всѣхъ условіяхъ. Молотъ же въ нѣсколько тоннъ вѣсомъ очевидно требуетъ механической силы. Оттого и рѣдокъ.

и выгоднѣе, такъ-какъ пудъ каменнаго угля замѣняетъ около $2^1/_4$ пуда дровъ, какъ топлива для паровпковъ. Поэтому, если въ прилегающей мѣстности есть спросъ на топливо, то могутъ, смотря по цѣнамъ доставки (водою, желѣзною дорогою, гужемъ), являться условія для добыванія каменнаго угля и для его вывоза (а не дровъ). Но на добычу угля и его вывозъ въ указанныхъ обстоятельствахъ можетъ явиться предпріимчивость только при суммѣ другихъ благопріятныхъ условій, напр., при дешевизнѣ добычи, при относительной неограниченности спроса, при увѣренности въ выгодности провоза и т. п. Такъ, въ Кузнецкомъ уѣздѣ Томской губ. давно извѣстны изобильныя залежи прекраснаго каменнаго угля, но онѣ, при изобиліи окрестныхъ лѣсовъ, совершенно почти не разрабатывались, пока за послѣдніе годы въ тѣхъ краяхъ не стала развиваться заводская дѣятельность, пароходы и желѣзная дорога. Въ 1892 г. добыто уже болѣе 1 милл. пуд., въ 1894 г. около $1^1/_2$ милл. пуд и, навѣрное, добыча будетъ съ годами расти, по мѣрѣ измѣненія существованія экономическихъ условій.

Наибольшее количество важнѣйшихъ веществъ, получаемыхъ на химическихъ (въ тѣсномъ смыслѣ слова) заводахъ, особенно сѣрная и соляная кислота, квасцы и др. соли глинозема, сода (ѣдкая и углекислая), бѣлильная известь и т. п., вовсе почти не имѣетъ прямого приложенія въ общежитіи, но требуется для многихъ другихъ фабрикъ и заводовъ (напр. красильныхъ, керосиновыхъ и т. п.), а потому тамъ, гдѣ слабо развиты эти послѣдніе — не можетъ ранѣе ихъ возникать химическихъ заводовъ, по причинѣ отсутствія спроса. Сперва, когда онъ возникнетъ, станутъ, очевидно, удовлетворять этому спросу привозными товарами. Неудобство и дороговизна перевозки такихъ ѣдкихъ жидкостей, какъ сѣрная и соляная кислоты, должны въ такомъ случаѣ возбудить прежде всего ихъ полученіе. Но такъ какъ первая изъ нихъ получается съ выгодою только въ большихъ количествахъ при непрерывно идущемъ производствѣ и такъ какъ на явившійся спросъ легко можетъ возникнуть избытокъ предложенія, то естественно ждать вмѣстѣ съ полученіемъ сѣрной кислоты и производства такихъ химическихъ продуктовъ, какъ соляная кислота, сульфатъ (сѣрнонатровая соль для стеклянныхъ заводовъ), квасцы и т. п. Такъ, появленіе однихъ видовъ производства постепенно и необходимо вызываетъ и другія. Этотъ самый порядокъ возникновенія химической промышленности совершается на нашихъ глазахъ въ Россіи, гдѣ въ 1870 г. производилось всего на 3 милл. руб. химическихъ продуктовъ, а ввозилось изъ-за границы въ годъ на 5 милл. руб., тогда какъ въ 1890 г. производилось уже болѣе чѣмъ на 10 милл. руб., а ввозилось примѣрно на 14 милл. руб., хотя за это время всѣ цѣны понизились. Очевидно, что потребленіе возрастаетъ и ему отвѣчаетъ ростъ внутренней производительности, которая борется съ иностраннымъ ввозомъ и, мало по малу, благодаря практическому примѣненію въ Россіи началъ протекціонизма или покровительственной таможенной политики [29], надо надѣяться, будетъ постепенно побѣждать, содѣйствуя столь необходимому для странъ развитію внутреннихъ промышленныхъ силъ. Вѣроятность такого ожиданія видна изъ того, что возрастающее потребленіе соды въ Россіи (въ 1870 г. всего ѣдкой и углекислой соды израсходовано было 900 тыс. пуд., а въ 1890 г. около $2^1/_2$ милл. пуд.) начинаетъ удовлетворяться внутреннимъ производствомъ (въ 1890 г. иностранный ввозъ былъ около $1^3/_4$ милл. пуд., а въ 1895 г. около 0,7 милл. пудовъ, внутреннее же производство въ этомъ году превосходило 2 милл. пуд.), хотя оно возникло лишь съ десятокъ лѣтъ тому назадъ и существуетъ всего три крупныхъ завода (два на Камѣ, одинъ на Донцѣ).

Какъ третій и послѣдній примѣръ важнаго значенія хозяйственныхъ условій для развитія видовъ промышленности считаю полезнымъ указать на развитіе нефтяной промышленности на Кавказѣ, о чемъ въ своемъ мѣстѣ будетъ подробно изложено, теперь же доста-

[29] Основанія протекціонизма и его приложимости къ современному положенію Россіи разбираются въ § 2.

Библіотека Томскаго
Гос. Музея инв. № 22218

точно сказать, что нефть въ Баку и вообще на Кавказѣ извѣстна и добывалась съ глубокой древности; г. Дубининъ въ 1823 г. ее перегонялъ и показалъ возможность пользоваться ея продуктами для цѣлей освѣщенія, смазки и т. п., но дѣло едва развивалось до 1873 года, потому что добыча нефти сдавалась на краткосрочные откупа, а потому не было экономическихъ условій для затраты капиталовъ, необходимыхъ для эксплуатаціи природныхъ запасовъ въ большомъ видѣ. Съ 1873 г., когда казенные участки нефтеносныхъ земель были проданы въ частныя руки и явились эти условія, ростъ добычи выразился тѣмъ, что въ 1874 г. получено на Кавказѣ 6 милл. пуд., въ 1879 г. 25 м. п., въ 1884 г. 90 м. п., въ 1889 г. 207 м. п., а въ 1894 г. 316 м. п. и въ этомъ послѣднемъ году цѣна пуда керосина на заводахъ въ Баку была не выше 8 коп., государство же собирало около 19 мил. руб. акциза съ 30 м. п. керосина, потребляемаго внутри страны, гдѣ сжигалось нефтяного топлива около 150 м. пуд. При этомъ свою роль играли существующія протекціонныя пошлины на керосинъ (въ 1868 г. 55 коп. кред. съ пуда, въ 1891 г. 1 руб. зол. съ пуда при ввозѣ иностраннаго керосина), потому что они дали возможность въ началѣ дѣла соперничать съ иностраннымъ ввозомъ, который въ 1875 г. достигалъ $2^2/_3$ милл. пуд. въ годъ, тогда какъ въ послѣднее время идетъ вывозъ изъ Россіи ежегодно болѣе 50 мил. пуд. керосина. Всѣ эти быстрые успѣхи достигнуты благодаря сочетанію слагавшихся экономическихъ условій, значеніе которыхъ станетъ особо очевиднымъ, если обратить вниманіе на то, что иностранный сбытъ изъ Баку чрезъ порты Чернаго моря всегда настолько развивался, насколько позволяла провозная способность единственнаго желѣзнодорожнаго пути—Закавказской ж. д., а сожиганіе лучшихъ составныхъ частей нашей нефти за безцѣнокъ подъ паровыми котлами и малая утилизація нашей нефти (изъ нея получаютъ всего около 30% цѣнныхъ товаровъ: керосина, смазочныхъ маслъ и т. п.) опредѣлялись невозможностію вывезти заграницу важнѣйшихъ составныхъ началъ нашей нефти (безопасныхъ освѣтительныхъ маслъ). Здѣсь ясно видно, сколь сильно вліяніе экономическихъ условій на ходъ развитія видовъ промышленности. Ими болѣе, чѣмъ чѣмъ либо другимъ (напр. предпріимчивостію, запасомъ знаній и т. п. — они всегда придутъ, если позволятъ экономическія условія) опредѣляется ходъ промышленности во всякой странѣ, а потому и у насъ.

Къ числу важнѣйшихъ условій, опредѣляющихъ фабрично-заводскую дѣятельность, обыкновенно тѣснѣйшимъ образомъ связанныхъ съ хозяйственными условіями, принадлежитъ подвозъ и вся добыча сырья, идущаго на производство, и доставка и весь сбытъ продуктовъ производства, такъ какъ они очевидно вліяютъ на самую его выгодность. Въ этомъ отношеніи должно прежде всего имѣть въ виду, что въ большинствѣ случаевъ [30] масса требующагося сырья (считая въ томъ числѣ и топливо) превосходитъ массу готоваго товара, въ особенности, если побочно получаются отбросы, не находящіе прямого примѣненія, напр., шлаки при большинствѣ металлургическихъ производствъ, содовые остатки при производствѣ соды по способу Леблана, обрѣзки при картонажномъ производствѣ и т. п. По этой причинѣ, какъ довольно общее для многихъ производствъ, получается правило: устраивать заводъ и фабрику въ такомъ мѣстѣ, гдѣ есть главная масса требуемаго сырья. Такъ, напримѣръ, при полученіи металловъ изъ руды можно обыкновенно отличать два случая: или руда бѣдна металломъ и требуетъ сравнительно мало топлива (напр. въ большинствѣ случаевъ для рудъ мѣди), или она богата металломъ и требуетъ болѣе своего вѣса топлива (напр., для многихъ желѣзныхъ рудъ, особенно при ихъ передѣлкѣ въ сталь); въ первомъ случаѣ обыкновенно выгодно устраивать заводы

[30] Но это не всегда такъ бываетъ, особенно тогда, когда воздухъ и вода принимаютъ участіе въ образованіи выпускаемаго предмета. Такъ, 32 части сѣры даютъ около 100 ч. купороснаго масла (поглощается кислородъ и вода), печеный хлѣбъ болѣе вѣситъ, чѣмъ мука, служащая для его приготовленія (пріемъ зависитъ отъ воды), пиво вѣситъ много больше, чѣмъ виды муки, служащіе для его приготовленія и т. д.

для добычи металла около копей, дающихъ руду, во второмъ, — около мѣстъ добычи топлива. Поэтому, мѣстности, окруженныя лѣсами или находящіяся около каменноугольныхъ копей (или находящіяся въ водяномъ съ ними сообщеніи), повсюду привлекаютъ къ себѣ добычу чугуна и стали, стекла, гончарныхъ издѣлій и т. п., требующихъ много топлива. Но если производство требуетъ много рабочихъ рукъ (какъ напр. мануфактуры: тканье и пряденіе) — обыкновенно выгоды склоняются на сторону наиболѣе населенныхъ и малоплодородныхъ мѣстностей. Когда же производимый товаръ требуетъ, сверхъ многихъ рабочихъ, разнообразныхъ побочныхъ производствъ и часто видоизмѣняется по желанію заказчиковъ, моды и тому подобныхъ причинъ, тогда заводы и фабрики ютятся около большихъ городовъ. Этими соображеніями, и особенно удобствами подвоза и вывоза и взаимною связью многихъ производствъ, до нѣкоторой степени опредѣляется скопленіе фабрикъ и заводовъ въ названныхъ мѣстностяхъ, напр. у насъ около Москвы и Петербурга, въ области Донецкихъ и Домбровскихъ каменныхъ углей и т. п. Такъ какъ водяные пути сообщенія и желѣзныя дороги опредѣляютъ наибольшую дешевизну и независимость доставки сырья и готовыхъ продуктовъ, а большіе города даютъ заказы, то затѣмъ около нихъ всего чаще и устраиваются новые заводы и фабрики [31].

Изъ всего предшествующаго до нѣкоторой степени можно уже вывести слѣдующія общія заключенія, опредѣляющія положеніе заводско-фабричной промышленности среди другихъ видовъ промышленной дѣятельности.

1) Заводы и фабрики составляютъ естественнѣйшій результатъ развитія промышленной дѣятельности, опредѣляясь по преимуществу усложненіемъ разнородныхъ потребностей и умноженіемъ точныхъ знаній о природѣ, значительнымъ однообразіемъ потребностей (спроса) и удешевленіемъ производства однообразныхъ предметовъ, при помощи, по возможности, силъ природы.

2) Основнымъ стремленіемъ заводско-фабричной промышленности должно считать замѣну вездѣ, гдѣ возможно (начиная съ пищи и одежды), животныхъ продуктовъ — растительными, а этихъ послѣднихъ—минеральными (т. е. ископаемыми, водою и воздухомъ), какъ видно въ распространеніи камней, желѣза, стекла и т. п. для жилищъ, нефтяныхъ продуктовъ для освѣщенія и смазки и т. п. Такое направленіе заводско-фабричной промышленности должно содѣйствовать возможному освобожденію людей отъ естественныхъ неравенствъ, опредѣляемыхъ различіемъ климатовъ и почвы въ занятыхъ частяхъ земной поверхности, опираясь на разработку нѣдръ земли и на всеобщность и доступность воздушнаго и воднаго океановъ, охватывающихъ землю.

3) Современное народно-государственное значеніе заводско-фабричной промышленности опредѣляется преимущественно тѣмъ, что оно, умножая народные заработки, содѣйствуетъ трудолюбію, торговлѣ, обогащенію, просвѣщенію и миролюбію, а потому средствамъ и цѣлямъ, преслѣдуемымъ правительствами.

4) Начавшись сравнительно недавно и быстро усиливаясь, заводско-фабричная промышленность имѣетъ всѣ поводы къ дальнѣйшему развитію и захвату все болѣе и болѣе широкихъ областей дѣятельности, отъ недостатковъ же современнаго капиталистическаго строя она постепенно можетъ освобождаться, хотя и служила поводомъ къ ихъ усиленію.

5) Къ промышленному строю жизни, къ усиленію значенія фабрикъ и заводовъ и къ преобладанію на нихъ вліянія наукъ о природѣ неизбѣжно должны стремиться всѣ страны и народы, если не желаютъ заглохнуть и хотятъ принять участіе въ прогрессѣ человѣчества.

§ 2. Знакомство съ фабрично-заводскою промышленностью должно состоять въ совокупности свѣдѣній техническихъ и хозяйственныхъ [1]. Первыя безотноси-

[31] Вообще выборъ мѣста для даннаго завода и фабрики очень важенъ, и нерѣдко сдѣланныя вначалѣ ошибки (напр. недостаточность мѣста для расширенія построекъ, недостатокъ воды и т. п.) сильно препятствуютъ правильному развитію дѣла.

[1] Еслибы сочиненіе мое не должно было

тельны ко времени и мѣсту, имѣютъ предметомъ изложеніе того, какъ изъ сырыхъ продуктовъ, напр. изъ рудъ и частей растеній, получить желаемый предметъ обработки, напр. металлъ, ткань, имѣя въ виду лишь естественные законы веществъ и силы природы, которыми можно пользоваться для желаемаго превращенія, и сравненіе существующихъ для сего пріемовъ въ отношеніи способовъ ихъ выполнимости. Но такъ какъ пріемы эти, по мѣрѣ развитія знаній, разнообразятся до безконечности и должны видоизмѣняться съ мѣстомъ и временемъ [2], то ученіе о заводско-фаб-

имѣть въ виду возможную сжатость изложенія, то я во введеніи прежде всего сдѣлалъ бы общій обзоръ, такъ сказать, *стихійныхъ* или исходныхъ элементовъ, изъ которыхъ слагается возможность заводско-фабричной промышленности, а потомъ перешелъ бы къ обзору *хозяйственно-экономическихъ* условій необходимости этого вида промышленности. Между стихійными элементами я разобралъ бы: вліяніе земли, воды и воздуха, видовъ внѣшней и внутренней энергіи, подобныхъ механическимъ силамъ или теплотѣ и химическому сродству, или электрической энергіи и людскихъ произведеній, такихъ, какъ капиталы и знанія. А между хозяйственно-экономическими условіями, косвенно или прямо ведущими къ фабрично-заводской промышленности, разсмотрѣлъ бы прежде всего цѣнность товаровъ и самую торговлю, съ возбуждаемыми ею водяными, желѣзнодорожными и т. п. путями сообщеній, съ ея отовсюду приходящимъ сырьемъ и другими товарами и съ ея таможенными, курсовыми и банковыми отношеніями. Затѣмъ разсмотрѣлъ бы отношенія фабрикъ и заводовъ къ сельскому хозяйству, въ его важнѣйшихъ отрасляхъ (полевая культура, луговодство, лѣсоводство и т. п.), и къ горной промышленности, тѣснѣйше связанной съ заводами и фабриками. Затѣмъ только слѣдовало бы перейти къ выясненію отношеній между государственною жизнью и фабрично-заводскою промышленностью какъ во всемъ мірѣ, такъ и въ нашей странѣ. Послѣ того, по первоначальному моему плану, мнѣ слѣдовало бы во введеніи же обобщить *пріемы* (методы, способы) фабрично-заводской промышленности, характеризующіе ее, начиная съ однообразности и «непрерывности» производствъ, а именно: механическіе (напр., смѣшеніе, измельченіе, давленіе, струганіе, отмучиваніе, просѣиваніе, отжатіе, передвиженіе твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ, пульверизація жидкостей и т. п.), физическіе (нагрѣвъ, плавленіе, перегонку, сжиженіе, отливку, сушеніе, выпариваніе, дѣйствіе тока и т. п.), химическіе (образованіе и распаденіе растворовъ, диссоціацію, кристаллизацію, сплаво-образованіе, сухую перегонку, соединеніе, горѣніе, химическій анализъ и синтезъ и т. п.), физіологическіе (броженіе, гніеніе, питаніе и т. п.), торговые (укупорка, подвозъ, вывозъ, способы сбыта и т. п.), эстетическіе (отдѣлка, видъ, гармонія формъ и красокъ и т. п.), экономическіе (участіе рабочихъ и техниковъ, отчетность, оцѣнка цеховая и валовая, отношеніе къ потребителямъ, капиталъ основной и оборотный, акціонерное и артельное начала и т. п.) и общественно-государственные (санитарно гигіеническіе, финансовые, юридическіе и т. п.). Такой обзоръ, вѣроятно, послужилъ бы облегченіемъ при дальнѣйшемъ чтеніи «Основъ зав.-фабр. пром.» и позволилъ бы увеличить точность дальнѣйшаго изложенія, не говоря уже о томъ, что выполнилъ бы нынѣ замѣтный недостатокъ въ обобщеніи понятій, относящихся къ заводско-

фабричной промышленности. Но такое «введеніе» (я сужу по опыту, потому что пробовалъ), чтобы стать яснымъ и убѣдительнымъ, должно бы занять при всей сжатости болѣе половины всей моей книги и потребовало бы массу труда, для коего у меня и безъ того уже остается мало времени, а потому не отвѣтило бы задуманнымъ мною и легче осуществимымъ размѣрамъ всего сочиненія. Это заставило меня ограничить все введеніе немногими параграфами и понятіями, считаемыми мною за наиболѣе важные и необходимые для начала.

[2] Потребность опредѣленныхъ пріемовъ производства и даже спросъ различныхъ товаровъ, какъ всякому извѣстно, мѣняются не только отъ перемѣнъ моды и обычаевъ страпъ, но и отъ разныхъ усовершенствованій, отъ недостатка или дороговизны сырья и т. п. Такъ, напр., золото первоначально добывалось исключительно изъ розсыпей (рыхлыхъ породъ), а постепенно, по мѣрѣ выработки обильныхъ розсыпей, усиливается добыча изъ коренныхъ (твердыхъ, каменистыхъ породъ) мѣсторожденій. Недостатокъ льна — во время крымской войны и хлопка — въ эпоху американской междуусобицы сильно повліялъ на спросъ джута. Производство искусственнаго ализарина прекратило процвѣтавшую прежде обработку корней марены и т. д. Но среди измѣнчивости частностей въ техникѣ преобладаетъ сознательное направленіе къ опредѣленному предѣлу, и при всей варіаціи примѣняемыхъ пріемовъ и видовъ товаровъ можно и должно уловить общее направленіе. Цѣль этой книги составляетъ желаніе внушить читателямъ, при помощи разбора избранныхъ производствъ, рядъ мыслей, позволяющихъ отличать главное и основное, въ дѣлахъ фабрикъ и заводовъ, отъ случайнаго и временнаго. Только тогда получится правильное воззрѣніе и искусство найтись въ данныхъ обстоятельствахъ времени и мѣста. Не частные «рецепты», а реальное пониманіе общихъ задачъ производствъ образуютъ сознательныхъ техниковъ, которые всегда, какъ врачи, могутъ составлять и испытывать свои «рецепты», исходя или изъ общихъ началъ, или изъ частныхъ предварительныхъ опытовъ или, всего лучше, изъ сочетанія этихъ двухъ путей. Промышленныя знанія подобны медицинѣ не въ одномъ указанномъ, но и въ множествѣ дру-

ричной промышленности, ограничиваясь чисто техническими свѣдѣніями, не даетъ практическаго обладанія предметомъ, которое получается лишь чрезъ присоединеніе свѣдѣній хозяйственно-экономическаго свойства, такъ какъ эти послѣднія указываютъ отношеніе спроса къ предложенію въ опредѣленныхъ условіяхъ времени и мѣста, а потому должны руководить и выборомъ самыхъ пріемовъ производства, не говоря уже о выборѣ мѣста, размѣровъ и т. п. Въ примѣрахъ это соображеніе становится болѣе очевиднымъ. Въ былое время все бѣленіе тканей и волоконъ совершалось при помощи дѣйствія солнца, воздуха и влаги, нынѣ преимущественно при помощи бѣлильной извести, что приводитъ къ устройству заводовъ, ее производящихъ. Описаніе пріемовъ и всего процесса лугового бѣленія такимъ образомъ выпадаетъ, является необходимость знаній о производствѣ и пользованіи бѣлильной известью, Но озонъ, перекись водорода, перекись натрія и дѣйствіе гальваническаго тока, какъ давно извѣстно, также могутъ служить для бѣленія, и экономическія условія (относительныя цѣны) должны вліять на предпочтеніе ихъ бѣлильной извести. Въ подобномъ же состояніи находится множество производствъ, напр. извлеченіе мѣди, полученіе освѣтительныхъ и смазочныхъ маслъ и т. п. Такъ, напр., въ свое время (до 60-хъ годовъ) технически было весьма важно полученіе поташа, какъ вещества, при помощи котораго вводились въ практику соединенія калія (селитра, квасцы и т. п.), затѣмъ (въ 60-хъ годахъ) стали извлекать соли калія изъ разсоловъ, остающихся отъ полученія поваренной соли изъ морской воды, а нынѣ, во первыхъ, большинство солей калія выходитъ изъ прежняго употребленія (напр. калійная селитра для пороха не требуется при употребленіи бездымнаго пороха), а во вторыхъ, тамъ, гдѣ нужны соли калія, берутъ чаще всего продукты стасфуртскихъ солей. Уловить при первомъ ознакомленіи съ заводско-фабричною промышленностію—для чего и назначено это сочиненіе,—задачи и пріемы этой промышленности, очевидно, нельзя, не принимая во вниманіе экономическихъ данныхъ, если желать, чтобы читатель сознательно отнесся къ предмету изложенія. Здѣсь видны столь большія трудности, что преодолѣніе ихъ мнѣ кажется возможнымъ только при помощи выбора немногихъ, такъ сказать, образцовыхъ примѣровъ. На нихъ можно надѣяться до нѣкоторой степени выяснить связь техническихъ пріемовъ съ одной стороны съ запасомъ современныхъ абсолютныхъ знаній, относящихся къ природѣ вещей, а съ другой стороны съ измѣняющимися хозяйственно-экономическими условіями и требованіями [3]. Такъ я и предполагаю по-

---

гихъ отношеній. Это факультетскія спеціальности равнаго порядка. И я вѣрю въ то, что такое сознаніе въ мірѣ станетъ укрѣпляться по мѣрѣ неизбѣжнаго развитія заводско-фабричной промышленности и, рано или поздно, приведетъ къ тому, что въ университетахъ на ряду съ чисто философскими факультетами (богословскими, языкознанія, исторіи, математики и естествознанія) и современными прикладными, какъ юридическій и медицинскій, укрѣпятся факультеты—промышленныхъ знаній, гдѣ философскія начала найдутъ приложеніе къ сельскому и горному хозяйству, механикѣ и техникѣ, такъ какъ промышленныя потребности не менѣе, если не болѣе существенны, сложны и для образованія обязательны, чѣмъ знанія юридическаго и медицинскаго строя. Подчиняясь все болѣе и болѣе дисциплинѣ точнаго естествознанія, промышленныя знанія все полнѣе и тѣснѣе переплетаются между собою и пріобрѣтаютъ стройность и научную широту университетскихъ факультетовъ. Столь тѣсныя спеціальности, какъ горная, сельскохозяйственная, строительная и технологическая, конечно, нужны, но не менѣе нужно и обобщеніе всему этому въ освѣщеніи факультетскаго объединенія, подобно тому, какъ для врачей мало быть окулистами, гигіенистами, акушерами и т. п., а необходимо имѣть общее медицинское образованіе. Мнѣ кажется, что это будетъ скоро сознано всѣми, но еще очень недавно нельзя было и думать о чемъ либо подобномъ, такъ давили промышленность «рецепты» и подражательность, такъ мало было въ ней общихъ философскихъ началъ (см. конецъ § 2).

[3] Зависимость развитія и состоянія промышленныхъ дѣлъ вообще, а особенно фабрично-заводскихъ, отъ громадной суммы обстоятельствъ, извѣстныхъ вообще подъ именемъ «хозяйственныхъ» или «экономическихъ», служитъ объясненіемъ того принципа протекціонизма, который волей или неволей признать необходимо, какъ единственное средство для примиренія господствующихъ въ нихъ началъ самостоятельности государства съ общечеловѣческимъ стремленіемъ къ возможному уравненію взаимныхъ отношеній всѣхъ людей.

ступать въ этомъ сочиненіи и потому, что всѣ стороны заводско-фабричной промышленности, начавшейся повсюду, а особенно у насъ, сравнительно недавно, находятся еще въ періодѣ роста и постоянныхъ перемѣнъ, а также и потому, что охватить, по возможности, всѣ отрасли заводско-фабричной дѣятельности не подъ силу уже и нынѣ никому [4],

избирая же нѣкоторыя отрасли сложнаго ряда производствъ, можно до нѣ-

---

Хотя эти начала особо развиты мною въ отдѣльномъ моемъ сочиненіи «Толковый тарифъ» (1892 г.), но я здѣсь, въ немногихъ словахъ, сообщу сущность своихъ мнѣній въ отношеніи протекціонизма къ фабрикамъ и заводамъ. Государства, какъ цѣлыя единицы, изъ коихъ слагается человѣчество, всѣмъ прошлымъ бытомъ поставлены въ весьма различныя экономическія условія для роста промышленности; одни моложе, другія старше. Такъ, напр., Россія много моложе въ дѣлѣ промышленности, чѣмъ Англія (отчего—это иное дѣло, сюда не относящееся, но несомнѣнно отчасти и отъ того, что въ Англіи протекціонизмъ былъ попятъ и примѣненъ еще съ XVII столѣтія), и еслибы Россія не покровительствовала таможенными пошлинами и другими способами развитію своихъ заводовъ и фабрикъ, то и не обзавелась бы ими, потому что англійскіе и др. производители не позволяли бы — сбавкою цѣнъ на товары до временныхъ убытковъ — сдѣлали бы это невозможнымъ. А не заведись заводы и фабрики въ Россіи, она не могла бы богатѣть и была бы въ экономической зависимости отъ иныхъ странъ, стала бы еще болѣе отставать и все должать. Смотря на протекціонизмъ, преимущественно, какъ на средство для поддержки промышленнаго роста, я думаю, что современемъ, когда развитіе приравняется, покровительство въ большинствѣ случаевъ станетъ почти излишнимъ. Примѣръ плодовъ покровительства, особо разительный, представляетъ развитіе нефтянаго дѣла въ Россіи. Мы его разсмотримъ впослѣдствіи подробно. Въ сущности, покровительства нельзя отрывать отъ государственной обособленности и отъ стремленія государствъ къ возможному равенству, котораго бы не могло существовать, еслибы одни государства оставались земледѣльческими (т. е. остановились въ экономическомъ ростѣ), а другія стали промышленными, такъ какъ эти послѣднія мало-по-малу во всемъ брали бы верхъ надъ первыми, ибо тамъ, гдѣ умѣютъ и могутъ вести заводы и фабрики, очевидно, умѣютъ и могутъ вести земледѣліе, и если его не ведутъ, то лишь потому, что находятъ выгоднѣе ввозить хлѣбъ и платить за него камнями.

[4] Большинство современныхъ техническихъ сочиненій, имѣющихъ свое значеніе въ литературѣ и практикѣ, посвящается отдѣльнымъ видамъ производствъ, часто очень спеціальнымъ. Это очень важно и драгоцѣнно. Но очевидно, что необходимы, особенно для справокъ и для изученія, и цѣльныя сочиненія, обнимающія по возможности всѣ отрасли техники. Они нынѣ пишутся почти всегда совокупнымъ трудомъ многихъ спеціалистовъ, но и при этомъ условіи разбиваются на спеціальности: химическихъ, механическихъ, горныхъ, сельскохозяйственныхъ и т. п. производствъ, становясь столь многообъемными (а потому и дорогими), что вовсе не годятся для ознакомленія, а скорѣе предназначаются для справокъ, и притомъ предметы располагаются въ нихъ обыкновенно въ азбучномъ порядкѣ (какъ въ словаряхъ, лексикопахъ). Какъ на примѣры укажу изъ англійскихъ: *Ure's*, Dictionary of arts, manufactures and mines (6-е изд., испр. 1867), 3 большихъ тома; *Spon's*, Dictionary of Engineering, civil, mechanical, military and naval (съ 1874 г.), 11-ть томовъ (преимущественно для механическихъ частей технологіи, какъ и слѣдующая энциклопедія); *Knight's*, American mechanical Dictionary (первое изданіе 1882 г., второе 1892), 4 большихъ тома; A Dictionary of applied chemystry by *Thorpe* (189)—1893), 3 большихъ тома. Изъ числа французскихъ укажу на Dictionnaire des arts et manufactures par *Laboulaye* (изданія возобновляются до послѣдняго времени), 4 огромныхъ тома. Изъ нѣмецкихъ: *Karmarsch und Heeren's*, Technisches Wörterbuch (1876 — 1892), 11 томовъ (всѣ главныя отрасли техники, какъ и въ слѣдующемъ) и *Otto Luegers*, Lexicon der gesammten Technik (начатъ въ 1894 г., вышло 3 большихъ тома первыхъ буквъ). Можно было бы наполнить многія страницы однимъ перечисленіемъ заглавій тѣхъ важнѣйшихъ техническихъ сборниковъ, которые находятся подъ рукой у всѣхъ интересующихся дѣломъ. Всѣ они иностранные. Русская техническая литература очень бѣдна, хотя имѣетъ немало спеціальныхъ трактатовъ, относящихся къ отдѣльнымъ видамъ заводско-фабричной промышленности. Ничего сколько-либо полнаго въ ней нѣтъ, что зависитъ, конечно, отъ слабаго еще развитія у насъ потребности узнать фабрично-заводскія дѣла. Изъ техническихъ руководствъ особою и справедливою извѣстностью пользуется: Курсъ химической технологіи, составленный проф. *П. Ильенковымъ* (1851 г.) Онъ затѣмъ изданъ съ дополненіями проф. *Е. И. Андреева*. Болѣе подробный общій курсъ химической технологіи начатъ изданіемъ профессоромъ Кіевскаго университета *Н. А. Бунге* (вышло лишь начало). Изъ переводныхъ общихъ сочиненій по технологіи слѣдуетъ упомянуть: Химическая технологія *Вагнера* и *Фишера* (переводъ Тизенгольта, 1892). Небольшое число другихъ русскихъ сочиненій, болѣе или менѣе захватывающихъ широкіе отдѣлы техники, едва восполняетъ самыя насущнѣйшія потребности современности. Очевидная настоятельность въ полномъ, хотя бы и сжатомъ, обзорѣ большинства заводско-фабричныхъ производствъ побудили меня принять на себя редакцію статей этого содержанія въ издающемся еще (къ 1896 г. вышло 16 томовъ) Энциклопедическомъ словарѣ (*Брокгауза* и *Ефрона*). Здѣсь собралось

которой степени подобрать такія, которыя укажутъ читателю пути для обладанія предметомъ, что я и стараюсь сдѣлать, по мѣрѣ моихъ силъ, будучи убѣжденъ въ высокой важности даже перваго ознакомленія съ заводско-фабричною дѣятельностію, къ которой Россія только что приступила и которую по своему положенію и состоянію можетъ развивать въ широчайшихъ размѣрахъ. А такъ какъ предлагаемая книга назначается именно для русскихъ читателей, то, во-первыхъ, при всякомъ предметѣ, въ ней описываемомъ, я стараюсь съ возможною краткостію совокупить все то, что могу сказать въ отношеніи его къ русскимъ условіямъ и

много весьма цѣнныхъ статей извѣстныхъ нашихъ спеціалистовъ и, когда дѣло дойдетъ до конца, можно будетъ найти уже многое, о чемъ донынѣ существовали только разсѣянныя статьи и отдѣльные трактаты. Надобность въ возможно полномъ русскомъ техническомъ изданіи, составленномъ спеціалистами, для меня не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, и я бы, еслибы былъ моложе, принялся бы за него, въ увѣренности, что нашелъ бы поддержку въ средѣ русскихъ ученыхъ техниковъ. Но такой большой и совокупный трудъ уже не подъ силу мнѣ при моихъ годахъ и при разныхъ трудностяхъ, которыя надо преодолѣвать болѣе свѣжимъ людямъ. То, чѣмъ я рѣшился ограничиться, быть можетъ, мнѣ еще удастся выполнить до конца. А именно, я выбралъ около 20 довольно разнородныхъ производствъ изъ числа уже сложившихся, имѣющихъ свою литературу и способныхъ, по моему мнѣнію, послужить образцомъ того, какъ люди относятся къ задачамъ, рѣшаемымъ на заводахъ и фабрикахъ. Мнѣ кажется, что для ознакомленія съ соображеніями и пріемами заводовъ и фабрикъ этихъ примѣровъ будетъ достаточно, если мнѣ удастся показать, на чемъ здѣсь основана сущность разсчетовъ и улучшеній, какіе элементы надо принять здѣсь во вниманіе. Не впадая въ подробности и не стремясь за тѣмъ, чтобы ничего не пропустить, я не только облегчаю свою задачу и сокращаю книгу, но, думается мнѣ, облегчаю и читателю возможность взойти въ коренные интересы заводовъ и фабрикъ. Притомъ, я думаю, что при правильномъ подборѣ и разборѣ немногихъ примѣровъ можно достичь того, что читатель въ каждомъ новомъ частномъ производствѣ самъ найдетъ удовлетворительное рѣшеніе задачъ, скорѣе, чѣмъ при знакомствѣ не только съ многими рецептами, но и съ перечисленіемъ всѣхъ сдѣланныхъ донынѣ предложеній, потому что въ дѣлѣ выбора всего важнѣе самостоятельность сужденія и тѣ основанія, изъ которыхъ оно исходитъ. Словомъ, мнѣ желательно внушить сознательное, критическое отношеніе къ дѣлу заводовъ и фабрикъ.

обстоятельствамъ, и, во-вторыхъ, непосредственно вслѣдъ за симъ постараюсь представить въ общихъ чертахъ современное состояніе фабрично-заводской промышленности Россіи, отчасти въ связи съ развитіемъ ея въ другихъ странахъ [5].

Россія тѣмъ глубоко отличается отъ всѣхъ другихъ европейскихъ странъ, что рядомъ, въ общей связи не только народной и государственной, но и территоріальной, имѣетъ свои обширные края, способные къ колонизаціи и могущіе вмѣщать весь приростъ населенія; колонизація же опредѣляется болѣе всего сельско-хозяйственными и торговыми интересами. Еще недавно, всего сто лѣтъ назадъ, такъ населилась Новороссія. Теперь такъ заселяется Сибирь и вообще азіатскія части Россіи. По этой причинѣ въ народѣ мало могли развиваться стремленія къ заводско-фабричной промышленности, и прежде всего отъ этого мы слабѣе, чѣмъ Западная Европа, подвинулись въ сторону заводовъ и фабрикъ. При томъ долгое время не было и другихъ важныхъ условій, для этого необходимыхъ, особенно же свободныхъ рукъ и на круглый годъ примѣнимыхъ путей сообщенія [6], такъ что началомъ

[5] Матеріалы, заключающіеся въ разнообразныхъ оффиціальныхъ отчетахъ министерствъ, относящіеся къ современному состоянію русской промышленности, сведены мною по возможности къ общему выводу въ моей статьѣ «Обзоръ фабрично-заводской промышленности и торговли», помѣщенной въ изданіи, составленномъ Министерствомъ Финансовъ для Всемірной Колумбовой выставки въ Чикаго, 1893 г., и для Всероссійской выставки въ Нижнемъ-Новгородѣ, 1896 г. Оттуда я беру послѣднюю таблицу, показывающую *приблизительно* число и производительность регистрированныхъ (мелкія заведенія, кустарныя и т. п. не записываются) заводовъ и фабрикъ (см. табл. на стр. 24).

[6] Россія обладаетъ превосходною сѣтью рѣчныхъ и вообще внутреннихъ водныхъ путей сообщенія, особенно волжскихъ. Они очень важны, даже незамѣнимы для движенія громоздкихъ (дешевыхъ) товаровъ, подобныхъ рудамъ, топливу и хлѣбу. Но нельзя не обратить на то вниманія, что богатѣйшіе донецкіе каменные угли не могутъ двигаться по системѣ Донца и Дона, вслѣдствіе неустроенности этихъ водныхъ путей, которые несомнѣнно могутъ быть такъ регулированы, чтобы везти массу каменноугольнаго груза. Другими основными недостатками русскихъ водныхъ путей должно считать: ихъ долговременное замерзаніе и окончаніе большинства ихъ въ моря или запрае-

замѣтнаго роста давно зарождавшейся заводско-фабричной промышленности

мыя льдомъ, какъ сѣверныя, или замкнутыя сушею, какъ Каспійское и Аральское, или запертыя, какъ Черное море, не русскими проливами. Отсюда уже отчасти очевидно, что ограничиться водяными путями нельзя и необходимо съ особымъ вниманіемъ отнестись къ желѣзнымъ дорогамъ, не только увеличивая ихъ число, но удешевленіемъ провознаго тарифа доставить промышленности страны возможную помощь къ развитію. Начало правильному воззрѣнію на роль желѣзныхъ дорогъ въ Россіи совпадаетъ съ царствованіемъ Императора Александра III, который рѣшилъ и сооруженіе великой Сибирской дороги. Но все же и нынѣ желѣзныхъ дорогъ, какъ коренного средства передвиженія по громаднымъ разстояніямъ Россіи, очень мало. Къ 1886 г. протяженіе всѣхъ желѣзныхъ дорогъ Россіи было близко къ 24 тыс. верстъ, къ 1896 г. около 40 т. в., что составляетъ на каждый милліонъ жителей около 320 верстъ (во всемъ мірѣ около 700 тыс. верстъ и на каждый милліонъ должно считать эпоху освобожденія крестьянъ и начало построенія главныхъ желѣзнодорожныхъ путей, то есть время царствованія Императора Александра Николаевича. Освобожденіе крѣпостныхъ крестьянъ придало земледѣльческой дѣятельности новые оттѣнки (напр. свободная крестьянская работа стала производительнѣе прежней, много земель стало сдаваться въ наемъ и т. д.) и, что особенно важно для развитія промышленности, явилось много свободныхъ рабочихъ, которые могли

приходится также около 300 верстъ), тогда какъ въ С. А. С. Штатахъ (около 300 т. в.) на милліонъ жителей приходится около 5000 верстъ желѣзныхъ дорогъ. Не подлежитъ сомнѣнію, что прилагаемыя нынѣ правительственныя усилія къ быстрѣйшему сооруженію желѣзныхъ дорогъ отвѣчаютъ истиннымъ интересамъ страны.

Фабрики и заводы всей Имперіи, по свойству получаемыхъ товаровъ.	Приближен. число фабр. и заводовъ.	Число годовыхъ рабочихъ. Тысячи.	Приблизит. производительность въ милліонахъ руб.	
	1890.	1890.	1890.	1892.
Хлопчатобумажныя издѣлія (пряжа и ткани)	920	255	350	390
Льняныя и т. п. издѣлія (трепаніе, пряденіе, тканье)	180	46	45	45
Шерстяныя изд. (мытье шерсти, войлоки, пряденіе, ковры, сукно).	1050	95	110	125
Шелковыя издѣлія (крученіе, тканье, парча)	250	18	15	25
Производство канатовъ, клеенки, шляпъ, лентъ, вязаныхъ и плетеныхъ издѣлій	520	18	15	25
Писчая бумага, обои и др. издѣлія изъ бумаги	370	30	35	35
Кожи и кожанныя издѣлія	2700	24	40	40
Клей, сало, воскъ, стеаринъ, мыло, щетинныя издѣлія и т. п.	1160	13	35	40
Каучуковыя издѣлія	10	4	10	15
Лѣсопильни, мебельное, смоляное, и др. производства, основанныя на обработкѣ дерева	1600	42	45	40
Добыча золота ($2^1/_2$ тыс. пуд.), платины, серебра, ртути, мѣди, свинца, олова и цинка	—	106	60	55
Добыча и обработка чугуна (56 милл. пуд.) на горныхъ заводахъ	270	233	65	120
Обработка желѣза и стали, мѣдныя, бронзовыя, золотыя и др. металлическія издѣлія и машины.	1900	118	190	200
Добыча соли (89 милл. п.), каменнаго угля (367 милл. п.) и др. твердыхъ ископаемыхъ	—	86	30	30
Обработка камней, полученіе фарфора, фаянса, гипса, стекла и зеркалъ	2400	73	40	35
Полученіе химическихъ и косметическихъ веществъ, красокъ, спичекъ и пороха	900	27	35	45
Добыча и переработка нефти (около 300 милл. пуд. въ годъ) .	160	11	30	25
Производство сахара (25 м. п.), спирта, водокъ, пива и табака.	7250	189	270	310
Полученіе муки, крупы, крахмала, патоки, макаронъ, солода и кондитерскихъ издѣлій.	7100	38	175	180
Полученіе иныхъ питательныхъ веществъ, кромѣ упомянутыхъ выше (раст. масла, консервы, уксусъ и т. п.).	2900	11	30	35
Производство экипажей, музыкальныхъ инструментовъ, карандашей и др. фабрично-заводскія, кромѣ вышесчисленныхъ .	360	16	35	40
	32000	1453	1665	1850

выбирать между привычною сельскохозяйственною дѣятельностію и новою для нихъ — промышленною. Тамъ (особенно въ среднихъ частяхъ Россіи), гдѣ земельные надѣлы не могли доставить достаточныхъ заработковъ, явился запасъ рабочихъ, которые искали временныхъ заработковъ или въ отхожихъ промыслахъ (мастеровыми на дороги, въ города и на сельскія работы въ болѣе плодородныхъ степныхъ краяхъ Россіи), или на заводахъ, или же совершенно переселялись [7]. Съ другой стороны, проведеніе желѣзныхъ дорогъ и развитіе пароходства, особенно по Волгѣ и ея притокамъ, не только прямо заняло много рабочихъ рукъ, но и позволило подвозить къ портамъ хлѣбъ, спрашиваемый Западною Европою, изъ плодородныхъ мѣстъ восточной и южныхъ частей Россіи въ небывалыхъ прежде размѣрахъ [8], а это повело къ успленію земледѣлія, къ распашкѣ пустошей и къ увеличенію съ одной стороны общаго достатка, а съ другой стороны къ возрастанію государственныхъ доходовъ [9], что

[7] Главные элементы, опредѣляющіе относительную степень развитія всей промышленности въ отдѣльныхъ краяхъ или странахъ, суть: знанія (лучшій примѣръ Германія), предпріимчивость (С. А. С. Штаты), густота населенія (Бельгія), удобства (дешевизна) въ подвозѣ сырья, особенно топлива, и въ вывозѣ готовыхъ товаровъ (Англія), и лишь затѣмъ слѣдуютъ, по моему мнѣнію, покровительство, отношеніе спроса къ предложенію (т. е. и цѣны) и производство сырья. Недостаточность у насъ двухъ первыхъ элементовъ (знанія и предпріимчивости) особо ощутительны, другіе же элементы у насъ существуютъ, но дорогъ еще мало [6].

[8] Въ началѣ XIX столѣтія въ годъ вывозилось около 12 м. п., около первой четверти до 30 м. п., въ срединѣ столѣтія около 50 м. п., въ 1860—1879 г. уже отъ 100 до 200 м. п. (построены многія желѣзныя дороги), а затѣмъ:

1880 г.	198 м. п.	1890 г.	417 м. п.
1882 »	293 » »	1891 »	390 » »
1884 »	331 » »	1892 »	195 » »
1886 »	277 » »	1893 »	403 » »
1888 »	547 » »	1894 »	639 » »
	Средн. 329 м. п.		Средн. 409 м. п

Измѣнчивость вывоза зависитъ отъ урожаевъ у насъ (напр., неурожай 1891 г. выразился въ маломъ вывозѣ 1892 г.) и заграницею. Какъ современный средній вывозъ должно принять 500 милл. пуд. На 125 милл. жителей Россіи это составляетъ среднимъ числомъ менѣе 5 пуд. въ годъ на каждаго (или около $^1/_2$ фунта въ день). Привожу сверхъ того для отдѣльныхъ хлѣбовъ: а) урожай (за вычетомъ сѣмянъ, но безъ Сибири и Средне-Азіатскихъ владѣній) и б) вывозъ заграницу въ *миліонахъ пудовъ* для четныхъ годовъ послѣдняго десятилѣтія:

	Среднее за 10 лѣтъ 1885—1894	1886	1888	1890	1892	1894
Пшеница: урожай	430	313	520	365	435	590
вывозъ	159 = 37%	91	214	182	81	205
Рожь: урожай	851	859	900	829	753	1126
вывозъ	68 = 8%	66	107	77	12	82
Ячмень: урожай	222	181	207	195	228	311
вывозъ	70 = 32%	42	80	61	44	153
Овесъ: урожай	406	457	413	399	320	530
вывозъ	56 = 14%	35	88	52	21	94
Прочихъ хлѣбовъ и муки, вывозъ	—	43	58	45	37	105

[9] Сводъ свѣдѣній о государственныхъ доходахъ, расходахъ и долгахъ Россіи слѣдуетъ искать въ спеціальныхъ сочиненіяхъ (напр., Кауфмана). Мы приводимъ здѣсь (по отчетамъ Государственнаго Контроля) только краткое сопоставленіе, показывающее параллелизмъ между возрастаніемъ обыкновенныхъ государственныхъ доходовъ (безъ займовъ и выкупныхъ платежей) и возрастаніемъ суммы производительности фабрикъ и заводовъ (въ томъ числѣ и горныхъ), насколько о ней можно судить по оффиціальнымъ даннымъ.

	Сумма обыкновенныхъ *годовыхъ* государствен. доходовъ.	Годовая производительность фабрикъ и заводовъ Россіи (въ томъ числѣ и горныхъ).
1879—1883	668 мил. р.	1253 мил. р.
1884—1888	734 » »	1341 » »
1890	853 » »	1609 » »
1892	893 » »	1828 » »

Отношеніе чиселъ обоихъ столбцовъ (1: 1.9 и 1 : 2,1) осталось почти одно и тоже, изъ

съ своей стороны вызвало, по необходимости, и возвышеніе государственныхъ оборотовъ (доходовъ и расходовъ). Но скоро стало очевиднымъ, что развитіе преимущественно земледѣльческой, и притомъ главнымъ образомъ хлѣбопашеской, дѣятельности Россіи не можетъ дать прочнаго увеличенія благосостоянія всѣхъ классовъ жителей и могущества странѣ, потому особенно, что разведеніе хлѣбовъ истощаетъ землю [10],

чего можно уже видѣть, что главный ресурсъ гос. доходовъ (какъ и народныхъ) состоитъ нынѣ въ промышленности, что видимъ наглядно въ акцизныхъ доходахъ съ продуктовъ винокуренныхъ, сахарныхъ и т. п. заводовъ.

[10] Истощеніе земель, выражающееся уменьшеніемъ средняго урожая на нихъ хлѣбовъ и другихъ растеній, есть неизбѣжное слѣдствіе первобытной культуры; опредѣляется оно тѣмъ, что въ жатвѣ увозятся часть тѣхъ составныхъ началъ почвы (особенно азотистыхъ, фосфористыхъ, известковыхъ и калійныхъ), которыхъ въ ней мало и безъ извѣстнаго запаса которыхъ не можетъ быть первоначальнаго урожая «свѣжихъ» почвъ. Русскіе земледѣльцы, сперва при избыткѣ земель, брали всю жатву, потомъ начали возвратъ большей части веществъ, необходимыхъ для урожаевъ, при помощи навоза (который сперва не кладутъ въ поля), затѣмъ предпринимаютъ переселенія на «свѣжія» почвы отдаленныхъ краевъ страны, а именно идутъ на востокъ и на югъ. Американцы дѣлаютъ тоже, но шли на западъ, гдѣ еще недавно было много непстощенныхъ земель. Западно-европейцы (какъ и китайцы) идутъ въ колоніи, выселяются или, сильно и раціонально удобряя поля навозомъ и искусственными туками (суперфосфатомъ, чилійскою селитрою, амміачными и калійными солями, отбросами городовъ и фабрикъ, известью) и вводя хлѣбопеременныя хозяйственныя системы (удлиняющія срокъ истощенія, безъ уменьшенія урожаевъ и, что всего важнѣе, улучшающія обработку почвы и воздѣйствіе на нее воздуха, при разнообразіи разводимыхъ растеній), возвращаютъ почвамъ ихъ силу и тѣмъ достигаютъ въ своихъ интензивныхъ формахъ хозяйства прочныхъ урожаевъ, неизвѣстныхъ даже въ странахъ со свѣжею почвою. Въ своемъ цѣломъ, Россія еще очень богата свѣжими почвами, особенно же глубокими слоями чернозема (правильная глубокая распашка котораго должна примѣняться при введеніи интензивнаго хозяйства), но въ своихъ отдѣльныхъ частяхъ (напр., центральныхъ) въ ней уже явно вліяніе истощенія. Тамъ, гдѣ оно начинается, слагаются естественныя условія для возникновенія фабрикъ и заводовъ, хотя бы часть населенія и уходила на свѣжія почвы. Придетъ, конечно, время, позднѣе всего въ Россіи, когда вся земная поверхность дойдетъ до состоянія, неизбѣжно требующаго искусственныхъ удобреній, и тогда тѣ страны (и тѣ части странъ), гдѣ развиты заизбытки же его производства роняютъ цѣны всему запасу хлѣба болѣе, чѣмъ перепроизводство большинства другихъ товаровъ, такъ что добыча хлѣба при его обильномъ производствѣ становится мало надежнымъ источникомъ дохода [11] и

воды и фабрики, явно выиграютъ, потому что искусственныя удобренія готовятся на соотвѣтственныхъ заводахъ, само интензивное хозяйство пріобрѣтаетъ всѣ оттѣнки фабрикъ и заводовъ, которые при этихъ условіяхъ уже сочетаются съ фабриками и заводами, чему начало видимъ въ мельницахъ, сыроваряхъ, винокуренныхъ, сахарныхъ, лѣсопильныхъ и т. п. заводахъ, устраиваемыхъ въ хозяйствахъ. Тропическія страны, съ ихъ солнцемъ и свѣжими почвами, представляютъ при этомъ тѣ преимущества, которыя заставляютъ всѣ западноевропейскія державы придерживаться колоніальной политики. Россія въ этихъ отношеніяхъ поставлена выгоднѣе своихъ западныхъ сосѣдей, потому что ея колоніи (азіатскія части) территоріально тѣсно связаны съ самою страною

[11] Паденіе хлѣбныхъ цѣнъ явно наступило отъ избытка ихъ предложенія, которое произошло съ одной стороны отъ увеличенія площади, засѣваемой хлѣбами (особенно на югѣ и востокѣ Россіи, на западѣ С. Америки и пустынныхъ равнинахъ южной Америки и Австраліи), и отъ удешевленія перевозки по водѣ и по сушѣ, съ другой отъ господства мирной политики и отъ введенія машинъ и др. пріемовъ, сокращающихъ расходы на пудъ продукта и улучшающихъ урожайность земель. Нѣкоторая часть паденія хлѣбныхъ (и другихъ) цѣнъ зависитъ также отъ того, что мелкіе разсчеты земледѣльцевъ внутри странъ производятся всущности повсюду на серебро, а хлѣбныя цѣны опредѣляются на золото, а относительная цѣнность бѣлаго металла за послѣдніе 20 лѣтъ пала болѣе чѣмъ вдвое по отношенію къ золоту. Пониженіе цѣнъ хлѣба видно, напр., изъ того, что еще въ эпоху 1875—1885 годовъ общая средняя цѣна пуда хлѣбовъ, вывозимыхъ Россіею, была около 1 р. — 1 р. 10 к. кр. Въ слѣдующія 5 лѣтъ она упала до 90—75 коп. за пудъ, а въ 1893 и 1894 гг. она стала равною 60 к. за пудъ отпускаемаго за границу хлѣба. Нынѣ можно считать, что средняя цѣна хлѣба стала въ два раза ниже, чѣмъ было 15—20 лѣтъ сему назадъ. Большая задолженность землевладѣльцевъ повсюду (въ С. А. С. Штатахъ и Аргентинѣ, Пруссіи и Австріи она еще сильнѣе, чѣмъ у насъ) не позволяетъ имъ оставить разведеніе хлѣбовъ а потому уменьшенія производства хлѣба, не смотря на невыгодность во многимъ мѣстахъ (еще не у насъ) его разведенія—ждать нельзя. Тѣмъ не менѣе, отъ прироста населенія и отъ прекращенія части хозяйствъ и невыгодности хлѣбныхъ цѣнъ, неизбѣжно должно рано или поздно закончиться перепроизводство (вѣроятно, что наступитъ и временный недостатокъ хлѣбовъ), и тогда міровыя цѣны на хлѣбъ будутъ быстро возрастать; но въ

требуетъ явнаго содѣйствія мѣстной развитой промышленности. Сверхъ того, мало по малу стало уясняться, что съ развитіемъ дорогъ и общаго благосостоянія возрастаютъ совершенно новыя потребности, удовлетворяющіяся заводско-фабричными производствами, напримѣръ въ желѣзѣ и стали — для всѣхъ отраслей дѣятельности, особенно же для желѣзныхъ дорогъ, разнородныхъ тканей — для одежды, керосина и вообще искусственнаго освѣщенія — для развивающихся потребностей жизни, и т. п., чего не можетъ дать полупатріархальный сельско-хозяйственный бытъ. При его исключительномъ развитіи приходилось получать все подобное преимущественно изъ другихъ странъ, гдѣ заводы и фабрики развивались между прочимъ при помощи хлѣба и многихъ сырыхъ продуктовъ [12], вывозимыхъ изъ Россіи. Выходило такъ, что, отпуская преимущественно хлѣбъ и другое сырье и ввозя преимущественно готовые товары [13], Россія ежегодно дѣлала но-

---

современную эпоху низкихъ хлѣбныхъ цѣнъ выиграютъ наиболѣе тѣ страны, которыя затратятъ силы на своевременное развитіе или усиленіе заводовъ и фабрикъ, такъ какъ въ эпоху вздорожанія хлѣба это обѣщаетъ много выгодъ. При всемъ этомъ, я думаю, что тѣ страны поступаютъ прозорливо, которыя, ввозя хлѣбъ, поддерживаютъ свое сельское хозяйство съ помощью охранительныхъ пошлинъ, а тѣ, которыя его вывозятъ, также оказываютъ всевозможную помощь своимъ сельскимъ хозяевамъ, потому что въ долженствующую наступить эпоху дороговизны хлѣба они могутъ или менѣе пострадать, или выиграть болѣе, чѣмъ страны, въ которыхъ сельское хозяйство не поддерживается всѣми доступными способами.

[12] Кромѣ хлѣба и др. сырыхъ питательныхъ веществъ (животныхъ, мяса и т. п.), Россія вывозитъ много товаровъ въ сыромъ (необработанномъ) видѣ, хотя могла бы отправлять тѣ же товары въ издѣліяхъ, что увеличило бы мѣстные заработки и послужило бы къ развитію русскихъ фабрикъ и заводовъ. Для примѣра беру данныя за самое послѣднее время (изъ таможеннаго отчета за 1894 г.) нѣсколько цифръ, относящихся къ *вывозу* заграницу.

	1890	1891	1892	1893	1894
Лѣсныхъ товаровъ, на милл. руб .	54	44	49	40	39 м. р.
Сѣмя льняное, милл. пуд. .	24	17	12	13	15
на милл. руб.	30	22	16	18	19 м. р.
Льна чесанаго, милл. пуд. .	12	11	12	12	9
на милл. руб.	57	49	52	60	43 м. р.
Пеньки, милл. пуд. . . .	3	3	3	3	3
на милл. руб.	16	17	14	12	14 м. р.
Щетины не въ дѣлѣ, милл. пуд. . . .	0,16	0,16	0,12	0,12	0,12
на милл. руб.	9	8	6	6	6 м. р.
Марганцовая руда, милл. пуд. . . .	8	6	8	8	9
на милл. руб.	3	2	4	3	3 м. р.

Шесть указанныхъ сырыхъ товаровъ представляютъ цѣнность около 125 мил. руб., а если бы лѣсъ перестали возить бревнами (въ Англію уже везутъ много досокъ) и вывозили бы хотя распиленный, на мѣсто льняного сѣмени вывозили бы олифу и жмыхи, изъ льна готовили бы полотна, изъ пеньки канаты и др. грубыя издѣлія и т. д., то вмѣсто того получили бы по крайней мѣрѣ 300—400 милл., т. е. столько же, сколько за весь отпускаемый хлѣбъ, причемъ нельзя ожидать ни такихъ паденій цѣнъ, ни такого соперничества, ни такого непостоянства спроса, какъ для хлѣбовъ. Число подобныхъ товаровъ значительно и только ждетъ возбужденія предпріимчивости русскихъ фабрикъ и заводовъ и, что быть можетъ всего важнѣе, — смѣлыхъ, знающихъ и честныхъ торговцевъ и предпринимателей, сильныхъ инициативою.

[13] Отношеніе между цѣнностію ввоза и отпуска (торговый балансъ) Россіи измѣнилось особенно въ эпоху 60-хъ и 70-хъ годовъ, когда съ одной стороны измѣнились многія экономическія условія и строились многія желѣзныя дороги, а съ другой — была ослаблена таможенная охрана (примѣрно до 1877 г.) и потребности строющихся дорогъ удовлетворялись иностраннымъ ввозомъ. Отъ этого въ эту эпоху задолженность Россіи сильно возросла и торговый балансъ былъ часто не въ нашу пользу. Если бы это не прекратилось, Россіи трудно было бы поправить свои финансы. Они исправились съ укрѣпленіемъ протекціонизма. Приводимъ крупнѣйшія данныя, сперва среднія за 10 лѣтъ, потомъ среднія за 5 лѣтъ, а за три послѣднихъ (изъ извѣстныхъ по отчетамъ) года для каждаго отдѣльно:

	Отпускъ (средн. годовой) русск. товаровъ, милл. руб. кр.	Ввозъ (годовой) иностр. товаровъ, милл. руб. кр.	Торг. балансъ = Отпускъ безъ ввоза, милл. р.
1852—1861 гг.	143	131	+ 12
1862—1871 »	242	250	— 8
1872—1876 »	380	461	— 81
1877—1881 »	556	529	+ 27
1882—1886 »	575	506	+ 69
1887—1891 »	722	411	+ 311
1892	489	404	+ 85
1893	614	464	+ 150
1894	684	560	+ 124

вые внѣшніе долги, уплата однихъ процентовъ (и погашеній) по которымъ роняла курсъ [14] денегъ въ странѣ и увеличивала экономическую зависимость отъ сосѣднихъ государствъ. А между тѣмъ, во-первыхъ, природные запасы всякаго рода, необходимые для заводовъ и фабрикъ (продукты земледѣлія и скотоводства, лѣса, руды и пр.), въ нашей странѣ находятся въ изобиліи, если не большемъ, то уже никакъ не меньшемъ, чѣмъ въ странахъ Западной Европы, откуда идутъ къ намъ заводско-фабричные товары; во-вторыхъ, цѣны рабочихъ [15] въ Россіи ниже, чѣмъ въ другихъ странахъ Запада, что и объясняется прежде всего тѣмъ, что у насъ хлѣбъ, а слѣдовательно всѣ первыя условія жизни дешевле, чѣмъ на Западѣ [16], а совокупность двухъ этихъ условій опредѣляетъ полнѣйшую возможность не только снабжать себя всякими заводско-фабричными товарами, но и вывозить отъ себя не самое сырье, а преимущественно продукты передѣла его въ готовые фабрикаты. Сверхъ того, необходимо принять

[14] Курсъ бумажныхъ денегъ въ Россіи, по отношенію къ золоту, стоялъ нормальный (al pari) примѣрно до времени конца Крымской войны. Въ эпоху 1857—1866 гг. за 100 руб. золотомъ требовали отъ 104 до 132 руб. кред., въ 1867—1876 гг. отъ 116 до 151 руб. кред., 1877—1887 отъ 150 до 180 руб. кр. Затѣмъ, особенно съ 1889 г. курсъ сталъ улучшаться и становиться постояннѣе, но всеже онъ остается отъ 140 до 150 р. кр. за 100 р. золотомъ Въ 1896 г. онъ закрѣпленъ на 150 руб. чрезъ обмѣнъ 5 р. в. на $7^1/_2$ р. кр. Причину низкаго курса бумажныхъ денегъ должно искать не въ томъ, что Россія мало производитъ золота (а именно нынѣ около $2^1/_2$ тыс. пуд. въ годъ, что составляетъ болѣе $^1/_5$ всей міровой добычи золота), даже не въ томъ, что она для своихъ войнъ и желѣзныхъ дорогъ сдѣлала много заграничныхъ займовъ, по которымъ приходится платить болѣе, чѣмъ стоитъ все добываемое у насъ золото (его цѣна около 50 милл р. кр.), а именно болѣе 100 милл. руб. (торговый балансъ покрылъ бы эту разность уплатъ и добычи), но въ томъ, что множество предпріятій (многія желѣзныя дороги, многій кредитныя общества, многія фабрики и т. п.) устроены въ Россіи отчасти или вполнѣ на счетъ иностранныхъ капиталовъ (и личнаго участія) и получаемый ими доходъ уходитъ изъ страны и русскіе расходуютъ заграницею болѣе, чѣмъ иностранцы въ Россіи, такъ что сумма ежегодныхъ платежей Россіи заграницу превосходитъ сумму прибывающаго въ нее золота. Въ такомъ же положеніи находятся и многія другія страны, преимущественно земледѣльческія (непромышленныя), напр. Италія, Аргентина, Индія. Ихъ уплаты иностранцамъ болѣе прибылей отъ торговаго баланса, даже сложеннаго съ добычей золота. Поправить въ этомъ случаѣ курсъ можетъ только усиленіе предпріимчивости въ производствѣ товаровъ, надобныхъ странѣ или ею вывозимыхъ (это улучшитъ балансъ), бережливость въ отношеніи затратъ непроизводительныхъ и постепенный выкупъ предпріятій отъ иностранцевъ, могущій произойти только при накопленіи сбереженій. Но не должно забывать, что въ такой странѣ, какъ Россія, съ ея приростомъ народонаселенія и производительности, если не будетъ дѣлаться новой задолженности, низкій курсъ долженъ исправляться уже по одному тому, что прежніе долги постепенно погашаются и чрезъ это уплаты убавляются, новыя же предпріятія могутъ совершаться на счетъ внутреннихъ капиталовъ. Но здѣсь въ томъ великая трудность (и надобность въ искусственныхъ мѣрахъ касающихся монетной системы страны), что столь желательная по существу поправка курса должна или еще сбавить существующія цѣны на хлѣбъ или уменьшить его вывозъ, а торговый балансъ нашъ сильно опирается на хлѣбъ. Выходъ изъ этого сложнаго положенія для такой страны какъ Россія, въ ея современномъ сильномъ состояніи, конечно возможенъ и желателенъ (т. к. на колебаніи курса всѣ теряютъ — кромѣ банковъ), но требуетъ обдуманной и смѣлой рѣшимости.

[15] Цѣны рабочихъ у насъ явно ниже, чѣмъ на западѣ Европы (или тѣмъ паче въ Америкѣ), не только потому, что хлѣбъ и всѣ первыя потребности жизни у насъ дешевле, но и потому, что всѣ потребности нашего рабочаго менѣе сложны и спросъ на трудъ у насъ меньше. Сравнивая общую *среднюю* заработную плату нашихъ и англійскихъ сельскихъ и заводскихъ рабочихъ, по имѣющимся даннымъ, я пришелъ къ заключенію, что наши цѣны примѣрно въ два раза ниже, но здѣсь было бы неумѣстно долѣе останавливаться на этомъ предметѣ, такъ какъ общія свѣдѣнія о немъ можно легко получить и они довольно распространены.

[16] Въ Китаѣ, Японіи, Индіи, въ Африкѣ и на Явѣ цѣны рабочихъ еще ниже, чѣмъ у насъ. Мы и въ этомъ, какъ во множествѣ другихъ, отношеніи занимаемъ среднее положеніе. Это среднее наше положеніе составляетъ одну изъ причинъ того глубокаго всемірнаго вниманія, которое, въ дѣлахъ соціальныхъ и политическихъ, обращено нынѣ на нашу страну. И не надо забывать, что весь міръ, сложившійся въ отдѣльныя государства, стремится къ ихъ возможному уравненію во всѣхъ отношеніяхъ, безъ чего, повидимому, и нельзя достичь первыхъ ступеней дѣйствительно-всемірнаго прогресса, такъ какъ всякіе виды преобладаній (хотя бы, напримѣръ, промышленныхъ) всегда будутъ служить поводомъ къ раздорамъ. Избѣжать войнъ и въ тоже время экономической зависимости, т. е. достигать мира и государственной свободы дѣйствій оказывается возможнымъ нынѣ не иначе, какъ держась протекціонизма, во главѣ котораго встали съ запада С. А. С. Штаты, а съ востока Россія.

во вниманіе: 1) что годовой вывозъ хлѣба изъ Россіи въ послѣдніе двадцать лѣтъ колеблется [17] около 400 м. пуд., а при 125 милл. жителей это составляетъ на каждаго по 3 пуда въ годъ или около $^1/_3$ фунта въ день, что, навѣрное, можетъ разойтись у своихъ рабочихъ, когда ихъ достатокъ увеличится и, особенно, когда зимнія работы на заводахъ и фабрикахъ умножатся [18]; 2) что отношеніе хлѣбородныхъ краевъ Россіи къ тѣмъ сѣвернымъ и центральнымъ частямъ ея [19], которыя пріобрѣтаютъ хлѣбъ, таково-же, какъ отношеніе всей Россіи къ западно-европейскимъ странамъ, получающимъ русскій хлѣбъ [20],

[17] См. выноску [8].

[18] Всякому извѣстно, что люди рабочіе, имѣя работу и ее совершая, кушаютъ больше. Оно и физіологически ясно изъ того, что тогда обмѣнъ веществъ въ организмѣ возрастаетъ, какъ и количество выдыхаемой углекислоты, то есть сгорающей пищи.

[19] Въ этомъ же параграфѣ дана таблица хлѣбной производительности разныхъ краевъ Россіи. Въ ней видно, напримѣръ, что московскій районъ на 12 мил. жителей производитъ около 170 милл. пуд. всякихъ зерновыхъ хлѣбовъ, а ему надобно по крайней мѣрѣ 190 мил. пуд., слѣдовательно онъ долженъ получить изъ другихъ частей Россіи не менѣе 20 мил. пуд. Черноземныя же губерніи при 20 мил. жителей доставляютъ около 550 мил. пуд. зернового хлѣба, то есть имѣютъ въ среднемъ избытокъ болѣе 200 мил. пуд. Этотъ избытокъ идетъ отчасти въ Россію же, отчасти заграницу, то есть въ страны, гдѣ недостаетъ хлѣба. Германія, Англія и др., при своемъ числѣ жителей, производятъ менѣе зерновыхъ хлѣбовъ, чѣмъ имъ нужно, а потому должны ввозить ежегодно массу хлѣба, то есть стоятъ къ производительнымъ хлѣбнымъ странамъ въ томъ же отношеніи, какъ Московская округа къ Черноземной.

[20] Воображаемый городъ Тюнена представляетъ единичный центръ потребленія, окруженный производительными кольцами, и на эту схему, правдивую по существу, невольно обращается мысль, обсуждая дѣло со стороны сельскохозяйственнаго строя въ его первичныхъ отношеніяхъ. Мало по малу, однако, дѣло усложняется, особенно по той причинѣ, что самому сельскому хозяйству невозможно существовать безъ городовъ, горныхъ и всякихъ другихъ заводовъ и фабрикъ, такъ какъ необходимы сложныя машины, искусственныя удобренія и близкій сбытъ такихъ продуктовъ, которые не способны къ далекой вывозкѣ (напр. овощей и корнеплодовъ) и полезны для совершенства культуры (урожайности). Если же принять во вниманіе возможность и смыслъ сочетанія сельскохозяйственной дѣятельности съ промышленною (что́ особо важно и осуществимо въ ближайшія эпохи жизни Россіи), то есть многія части Россіи достигли уже до избытка населенности и не мо-

---

то соподчиненіе производительныхъ и потребительныхъ частей страны пріобрѣтаетъ совершенно другой смыслъ, чѣмъ вложенный Тюненомъ. Вообще, съ неизбѣжнымъ ростомъ промышленнаго строя, начавшимся лишь въ концѣ текущаго столѣтія, многія прежнія экономическія понятія должны претерпѣть глубокія измѣненія, предвидѣнныя словами: «не однимъ хлѣбомъ живетъ человѣкъ», который на высшихъ своихъ ступеняхъ низводитъ до очень малой доли свои потребности въ первичныхъ произведеніяхъ сельскаго хозяйства, требуя все большаго и большаго удовлетворенія въ тѣхъ произведеніяхъ, которыя доставляются лишь фабриками, заводами, ремеслами и свободными профессіями, центромъ коихъ служатъ донынѣ города. Ихъ участіе въ удовлетвореніи людскихъ потребностей возрастаетъ, по мѣрѣ удаленія отъ первобытнаго существованія, въ которомъ одномъ сельскохозяйственный бытъ рисуется съ особою окраскою единственной «производительности». Еще въ концѣ XVIII вѣка этого нельзя было видѣть, теперь же, въ концѣ XIX вѣка, это видимо и, конечно, осуществится въ XX вѣкѣ, въ который, надо полагать, почти всѣ страны міра вступятъ въ промышленную эпоху жизни. Вопросы распредѣленія земель составляли сущность еще недавняго прошлаго, впереди же предстоятъ вопросы распредѣленія промышленности. Было бы не по-христіански, неразумно и неразсчетливо осудить сельское хозяйство и его рабочихъ на жизнь съ низшимъ рядомъ развитыхъ потребностей, сравнительно съ горожанами. Потребности во всякаго рода товарахъ, начиная съ желѣза и машинъ, кончая сахаромъ и ситцемъ, должны становиться такими же всеобщими, какъ потребность въ хлѣбѣ и мясѣ, а по мѣрѣ развитія просвѣщенія и всѣхъ условій жизни, какъ это и видимъ въ городахъ и достаточныхъ семьяхъ, потребности пищевыхъ или сельскохозяйственныхъ товаровъ удовлетворяются все меньшею и меньшею долею общихъ расходовъ, потребленіе же фабрично-заводскихъ товаровъ и вообще продуктовъ, доставляемыхъ, по номенклатурѣ Тюнена, городами — возрастаетъ. Только низшее начальное состояніе человѣческихъ отношеній, только дѣтство народовъ вызываетъ антагонизмъ городского и сельскаго быта, рисуетъ одно идиллическими красками, а другое окружаетъ мрачными картинами и кажущеюся зависимостію. Все и всюду, у насъ же съ особою ясностію, примиряется въ общемъ и неизбѣжномъ стремленіи къ той новой сложности отношеній, которая характеризуетъ промышленный строй жизни. Сельскохозяйственный бытъ самъ, доброю волею, выдѣляетъ городской и фабрично-заводскій, сознательно усложняется ими, и существующіе еще у насъ толки о какомъ-то противорѣчіи этихъ бытовъ есть только плодъ неясныхъ задерживающихъ и рутинныхъ сужденій, въ которыхъ, хотя не явно, но несомнѣнно, видно непониманіе путей исторіи и прогресса.

гутъ довольствоваться своимъ хлѣбомъ, слѣдовательно принуждены изыскивать иные, кромѣ сельско-хозяйственныхъ, источники дѣятельности [21], которая нынѣ и сосредоточивается въ горной и заводско-фабричной промышленности; 3) что громаднѣйшая сухопутная граница Россіи тянется съ запада вдоль странъ (владѣнія Швеціи и Норвегіи, Пруссіи, Австріи, Румыніи) или недалеко опередившихъ Россію въ промышленномъ развитіи, или находящихся также, какъ она, въ эпохѣ почти чисто сельско-хозяйственнаго быта, а съ юга и юго-востока (владѣнія Турціи, Персіи, Афганистана и Китая) соприкасается къ странамъ, хотя и богатымъ по природѣ, но менѣе Россіи приготовленнымъ для фабрично-заводскаго строя жизни [22], а это открываетъ, въ виду увеличивающагося повсюду спроса на фабрично-заводскіе товары, естественные рынки для вывоза избытковъ товаровъ этого рода, не говоря о берегахъ сколько либо теплыхъ морей, занятыхъ Россіею сравнительно недавно и составляющихъ главный путь крупныхъ международныхъ торговыхъ оборотовъ, которые всегда, и совершенно естественно, опредѣляются избыткомъ въ странѣ товаровъ фабрично-заводской производительности и подвозомъ къ ней сырья [23] и 4) что примѣры быстраго развитія въ Россіи производства сахара [24], основаннаго на сельско-хозяйственной добычѣ свекловицы, и нефтяной промышленности [25], опирающейся на

[21] Нѣтъ странъ по природѣ исключительно земледѣльческихъ или промышленныхъ, всѣ проходятъ сперва чрезъ земледѣльческій строй и взойдутъ волей или неволей постепенно въ промышленный. Но всеже не подлежитъ сомнѣнію, что теплѣйшія страны, получая большую энергію отъ солнца, наиболѣе подходятъ къ понятію сельскохозяйственныхъ, то есть поздѣе дойдутъ до промышленнаго строя жизни, сперва развивая образованіе и предпріимчивость и держась протекціонизма. Сельскохозяйственный строй есть эпоха юности, чрезъ которую необходимо пройти, чтобы достигать зрѣлости. Юность мила, но вѣчной оставаться не можетъ. Зрѣлость сложнѣе, заботнѣе, но всеже крѣпче и самостоятельнѣе.

[22] Для развитія промышленнаго строя жизни, кромѣ всего прочаго, необходимы: накопленіе знаній о природѣ и порядокъ въ гражданственныхъ отношеніяхъ, особенно юридическихъ. Страны Азіи, какъ показываетъ свѣжій примѣръ Японіи, могутъ и должны сперва выработать эти условія, а въ Россіи ихъ выработка, очевидно, упредила азіатскую. Поэтому Россія можетъ временно занять въ отношеніи къ большинству азіатскихъ народовъ такое же положеніе, какое западно-европейцы долго занимали въ отношеніи къ намъ. Притомъ фабрики и заводы Россіи вмѣстѣ съ торговлей, на нихъ основанной, должны играть передовую роль, если наша срединная страна останется охранительницею мира во всемъ мірѣ и не упуститъ изъ вида неизбѣжность промышленнаго строя повсюду.

[23] Значеніе для будущности Россіи морскихъ береговъ, прозорливо усмотрѣнное Великимъ Петромъ, никогда не прекратится, какое бы развитіе ни получили сухопутныя сношенія по желѣзнымъ дорогамъ, потому что моря международны и доставляютъ дешевѣйшій способъ сношеній; нынѣ около 70% всѣхъ заграничныхъ торговыхъ оборотовъ Россіи (по ввозу и вывозу) совершается моремъ. Обмѣнъ съ большинствомъ странъ всеже всегда останется морскимъ. Но съ главною массою азіатскаго населенія, уже двинувшагося къ просвѣщенію, а слѣдовательно и росту (разнообразію) потребностей, Россія можетъ сноситься по своей громадной юго-восточной сухопутной границѣ, въ смыслѣ чего Закаспійская и Сибирская желѣзныя дороги пріобрѣтаютъ особое важное значеніе. Умиротворяя азіатскій Востокъ, подготовляя его чрезъ это къ принятію просвѣщенія и влагая много силъ въ свои азіатскія владѣнія, Россія не только выполняетъ свою историческую миссію, но и дѣйствуетъ прозорливо въ отношеніи экономической будущности своей и всемірной.

[24] Ростъ свеклосахарной промышленности Россіи видѣнъ изъ слѣдующихъ данныхъ, гдѣ числа означаютъ годовое количество сахара въ милл. пудовъ:

	Милл. пуд.		Милл. пуд.	Мил. берковцевъ переработанной свеклорицы.	Акцизн. сборъ, милліон. руб.
1845	0,5	1887	26	29	23
1855	0,8	1888	21	26	17
1880	12,5	1889	28	28	18
1882	15,9	1890	26	27	22
1885	21,0	1891	29	30	30

[25] Быстрота развитія нефтяной промышленности Россіи видна въ слѣдующихъ цифрахъ:

	Добыча всего, милл. пудовъ.		Добыча, милл. пуд.	Вывезено заграницу нефтяныхъ продукт. милліонъ пудовъ.	Акцизный сборъ съ керосина внутрен. потребл. милл. руб.
1860	0,2	1890	241	48	10,6
1870	1,7	1891	291	54	10,2
1876	12	1892	302	57	12,9
1882	51	1893	340	59	16,4
1888	194	1894	316	53	18,9

горно-промышленную добычу самой нефти, ясно показываютъ полную готовность и возможность быстраго развитія въ нашей странѣ множества видовъ заводско-фабричной производительности, когда къ дѣламъ этого рода будутъ примѣняться вызывающія покровительственныя мѣры правительства [26], тѣмъ болѣе настоятельныя, что развитіе промышленности даетъ государству крупные прямые и косвенные доходы [27], доставляетъ заработки жителямъ и даетъ предметы отпускной торговли [28]. Эти соображенія открыто выступили [29] и при-

[26] Первоначально таможенныя покровительственныя мѣры, чаще всего, опредѣлялись двумя соображеніями, а именно: желаніемъ водворить нѣкоторыя отрасли промышленности (особенно мануфактуры, сахарное производство и т. п.) и доходами казны отъ таможенныхъ пошлинъ и акцизовъ (такъ, получая вышеуказанные доходы отъ сахара и керосина, нельзя, чтобы ввозъ иностранныхъ продуктовъ не несъ соотвѣтственныхъ пошлинъ). Лишь въ 80-хъ годахъ взглянули на дѣло таможеннаго покровительства шире, принявъ во вниманіе какъ необходимость дать народу свои заработки, какъ и то, что ввозимые товары увеличиваютъ задолженность страны и роняютъ ея курсъ. Но это лишь одна сторона дѣла. Покровительство фабрикамъ и заводамъ неизбѣжно уже потому, что они сами въ нашу эпоху неизбѣжные спутники и возбудители всего экономическаго развитія. Построеніе дорогъ, пониженіе процентовъ по государственнымъ займамъ, развитіе знаній, казенные заказы и многое другое, не менѣе таможенныхъ пошлинъ покровительствуетъ росту фабрикъ и заводовъ и примѣняется къ дѣлу Россіею. Здѣсь, однако, еще надо ждать такой прозорливой цѣльности мѣропріятій, какія видна уже въ таможенномъ тарифѣ 1891 г.

[27] Прямые доходы отъ промышленныхъ предметовъ состоятъ изъ акцизовъ, размѣръ которыхъ видѣнъ въ выпоскахъ 24 и 25-й. Общая сумма акцизныхъ сборовъ Россіи (съ питей, табака, сахара, нефти и спичекъ) за пятилѣтія: 1885—1889 = 299 м. р., а для 1890—1894 гг. = 347 мил. руб., среднимъ числомъ въ годъ, при среднемъ таможенномъ доходѣ въ 118 мил. р. и 150 мил. р. въ годъ и при общей суммѣ всѣхъ обыкновенныхъ (по отчетамъ Госуд. Контроля) госуд. доходовъ 838 и 1005 мил. руб. въ годъ. Слѣдов. акцизы составляютъ около $^1/_3$ всѣхъ доходовъ государства и болѣе чѣмъ вдвое превосходятъ таможенный доходъ, а между тѣмъ по отношенію къ государственной казнѣ оба этого рода дохода (прямо съ количества потребляемыхъ товаровъ) тождественны по существу. Составляя столь крупную долю средствъ, идущихъ на общую пользу, акцизныя обложенія переносятся сравнительно легко, потому что падаютъ на продукты, потребляемые малыми количествами и не составляющими неизбѣжной необходимости. Даютъ же они много доходовъ (что уменьшаетъ другія подати) казнѣ по той причинѣ, что налагаются на предметы не домашняго производства, къ которымъ болѣе всего привыкаетъ народъ, участвующій и въ выгодахъ ихъ изготовленія. Таможенный доходъ съ чая (въ годъ около 17 милл. руб. съ 700—800 тыс. пуд.) по смыслу своему совершенно одинаковъ съ акцизами (составляетъ самую крупную статью таможенныхъ доходовъ), но даетъ гораздо менѣе, чѣмъ акцизы съ табака, или сахара, даже керосина, именно по той причинѣ, что это иностранный продуктъ (когда разведеніе чая на Кавказѣ, въ Закаспійскомъ краѣ и др. разовьется, навѣрное, потребленіе его, сильно возрастетъ, такъ что доходы казны и народа увеличатся). Косвенные доходы государства отъ фабрикъ и заводовъ чрезвычайно разнообразны и не могутъ быть прямо сочтены. Сюда относятся промысловые и торговые налоги (около 50 м. р. въ годъ), часть гербовыхъ сборовъ (векселя, контракты и т. п.), горный налогъ (около 3 м. р.) и т. п., но всего важнѣе то, что фабрики и заводы даютъ народу новые заработки, которые обезпечиваютъ поступленіе всякихъ податей. Въ виду современнаго положенія сельскаго хозяйства, мнѣ кажется, было бы совершенно цѣлесообразнымъ и справедливымъ уничтожить всѣ поземельные доходы и возмѣстить ихъ новыми налогами на капиталы и продукты промышленности, напр. на ткани, нѣкоторыя металлическія издѣлія, мыло, стекло и т. п., усиленно заботясь о покровительствѣ развитію всякихъ фабрикъ и заводовъ. Это былъ бы своего рода подоходный налогъ, при полной необложенности земледѣлія.

[28] Русская отпускная заграничная торговля основана преимущественно на сбытѣ предметовъ, производимыхъ въ сельскомъ хозяйствѣ, особенно если и лѣсъ причислить туда же. Но мало-по-малу находятъ сбытъ и издѣлія фабрикъ и заводовъ. Такъ, напр., въ 1894 г., при общей цѣнности всего отпуска = 685 мил. руб., сбытъ рудъ, сахара, спирта, металловъ, камней, нефтяныхъ товаровъ, стали, угля, скипидара и т. п. полуобработанныхъ горныхъ и заводскихъ товаровъ, не сельскохозяйственнаго производства, составилъ около 70 м. р., а отпускъ фабричныхъ издѣлій около 30 м. р. Въ томъ числѣ сахара на 14 мил. р., нефтяныхъ продуктовъ на 19 мил. р., спирта на 3 м. р., металлическихъ издѣлій на $4^1/_2$ мил. р., каучуковыхъ издѣлій на $1^1/_2$ м. р., тканей на 8 м. р. Этотъ сбытъ можетъ и долженъ расти.

[29] Еще очень недавно, вслѣдъ за Тенгоборскимъ, Россія считалась нами самими страною исключительно земледѣльческою, долженствующею свой хлѣбъ и свое сырье вымѣнивать на готовые заграничные товары. Они тамъ дешевле—вотъ и весь аргументъ, которымъ руководились соображенія, причемъ современное фритредерство Англіи ставилось образцомъ, забывая 200 лѣтъ англійскаго протекціонизма. Отдѣльные голоса, подобные Мордвинову, требовавшіе роста русской заводско-фабричной промышленности, заглушались ука-

вились къ русской жизни только въ эпоху царствованія Императора Александра Александровича, а оно не только обошлось безъ войнъ, но и всѣмъ міромъ признано повліявшимъ на сохраненіе общаго мира, такъ что систематическое направленіе правительственныхъ мѣропріятій въ сторону равномѣрнаго развитія всѣхъ отраслей заводско-фабричной промышленности, отвѣчающихъ природнымъ запасамъ и условіямъ Россіи, можно считать начавшимся [30] лишь съ этого царствованія, и мы живемъ въ эпоху, когда только что начинается оживленіе множества заводско фабричныхъ видовъ дѣятельности Россіи. Тѣмъ настоятельнѣе въ такую эпоху сознательно отнестись къ даннымъ о состояніи главныхъ видовъ русской промышленной дѣятельности [31]. Въ предлагаемомъ сочиненіи мнѣ желательно это выполнить, на сколько я могу, при описаніи отдѣльныхъ отраслей заводско-фабричной дѣятельности. Теперь же, мнѣ кажется неизбѣжно необходимымъ представить хотя бѣглый очеркъ современнаго положенія предмета, присовокупляя сюда нѣкоторыя свѣдѣнія о видахъ міровой промышленности, чтобы видѣть сравнительное положеніе вещей. При этомъ не должно забывать, что въ Великобританіи (39 мил. жит.), Франціи (38 милл. жит.), Германіи (51 мил. жит.), С.-Американскихъ С. Штатахъ (67 мил. жит.) и вообще въ странахъ, явно опередившихъ насъ въ развитіи заводско-фабричной промышленности, живетъ всего около 275 милліоновъ людей, во всемъ же мірѣ около 1.500 мил. жителей, въ Россіи около 125 мил. жителей, слѣдовательно въ остальныхъ странахъ или со слабымъ еще, какъ у насъ, развитіемъ (напр., Бразилія, Аргентина, Канада, Новая Голландія, Японія) видовъ промышленности, или лишь съ зачатками меньшими, чѣмъ у насъ (почти вся Африка и многія части Азіи), живетъ около 1.100 мил. людей. По числу жителей въ Россіи около 8 процентовъ, въ странахъ съ большимъ развитіемъ промышленности около 18%, съ меньшимъ около 74% жителей. Слѣдовательно, Россія занимаетъ во многихъ отношеніяхъ среднее положеніе [32], а потому нѣкоторое сужденіе

заніемъ на бѣдность капиталами и знаніемъ и это привело къ таможенному тарифу 1868 г., слѣдствіемъ котораго былъ тотъ печальный балансъ (вып. 13), который привелъ къ непоправимому паденію курса (вып. 14) и къ усиленію задолженности Россіи. Первою гранью была правительственная мѣра 1877 г., по которой таможенные оклады стали требовать золотомъ, но здѣсь, очевидно, преобладали интересы государственнаго казначейства, а въ интересахъ народныхъ, отъ которыхъ происходятъ и всѣ интересы государственнаго казначейства, таможенные оклады стали измѣняться только въ 80-хъ годахъ, завершившись таможеннымъ тарифомъ 1891 г.

[30] Слова Императора Александра Александровича въ именномъ указѣ, отъ 16 авг. 1890 г., данномъ министру финансовъ И. А. Вышнеградскому, прямо повелѣваютъ: «приступить къ общему пересмотру таможеннаго тарифа, для приведенія его въ надлежащее соотвѣтствіе съ современными нуждами русской промышленности и равномѣрнаго огражденія и оживленія всѣхъ ея отраслей». Съ тѣхъ поръ не только сталъ дѣйствовать новый таможенный тарифъ (1891 г.), но и виды промышленности стали получать правительственныя ссуды, что нынѣ поручено Государственному Банку, состоялась блистательная во многихъ отношеніяхъ Всероссійская Выставка въ Нижнемъ Новгородѣ и разбирается множество насущныхъ вопросовъ фабрично-заводской промышленности, такъ что перемѣна правительственнаго отношенія къ ней несомнѣнно совершилась. Ей отвѣчая, я и пишу эту книгу, хотя желалъ бы дожить до появленія подробной (съ сельскимъ, горнымъ и торговымъ дѣлами) промышленной русской энциклопедіи, которая, по моему мнѣнію, способна много помочь передовому дѣлу развитія промышленности въ Россіи и замѣнитъ собою не одно промышленное учебное заведеніе.

[31] Неполнота и несовершенства существующихъ донынѣ статистическихъ свѣдѣній о видахъ промышленности, не подлежащихъ акцизу, на столько очевидны, что отъ обзора данныхъ нельзя ждать точности; они только приблизительны. Впрочемъ, это дѣло очень трудное и осуществлено съ нѣкоторою полнотою только въ періодическихъ (чрезъ 10 лѣтъ) переписяхъ (Census) С. А. С. Штатовъ.

[32] Средняя во многихъ отношеніяхъ степень промышленнаго развитія Россіи и ея среднее географическое положеніе между сильно населенными странами Запада и Востока представляютъ много разнородныхъ выгодъ, но обязываютъ къ неусыпному и быстрому дальнѣйшему росту промышленности, такъ какъ Востокъ, гдѣ скопилась главная масса жителей земли (Китай, Индія), очевидно просыпается и долженъ, по примѣру Японіи, вступить скоро въ число промышленныхъ странъ. Прогрессъ міра нынѣ во многомъ зависитъ отъ прогресса Россіи и засыпать, останавливаться ей нельзя ни на минуту, чтобы не подпасть подъ давленіе съ востока или запада или отъ нихъ обоихъ. Промышленный и всякій иной прогрессъ

о современномъ относительномъ состоянiи русской промышленности получается, если мы сравнимъ нашу производительность съ общею мiровою, по крайней мѣрѣ по тѣмъ отраслямъ, для которыхъ имѣются сколько либо достовѣрныя статистическiя данныя. При этомъ мы за единицу вѣса возьмемъ метрическую тонну (=1.000 килограммовъ = 2441,9 русск. фунта или немного болѣе 61 пуда) и начнемъ съ каменнаго угля и чугуна (первый матерiалъ для добычи желѣза и стали), какъ веществъ, не только представляющихъ важнѣйшее промышленное значенiе, но и наиболѣе отличающихъ текущее время отъ прошлаго; притомъ и ихъ денежная цѣнность въ потребленiи [33] выше, чѣмъ другихъ необработанныхъ товаровъ, даже отдѣльныхъ видовъ хлѣба. Изъ прилагаемой таблицы видно, что между обыкновеннѣйшими товарами не мало такихъ, для которыхъ наша производительность составляетъ менѣе 8% общей мiровой, но есть и такiе (нефть, золото, ленъ, спиртъ и др.), гдѣ мы производимъ болѣе 8%.

Въ одинъ годъ, по даннымъ за 1892 г. (или, при недостаткѣ для него данныхъ, за близкiе къ нему года).	Во всемъ мірѣ въ годъ.	Добыча Россiи.	% русской производительности.
Добыча видовъ каменнаго угля; милл. тоннъ . . .	540	7	$1^1/_3$
» чугуна; милл. тоннъ	$26^1/_2$	$1^1/_{10}$	$4^1/_6$
» свинца; тысячъ тоннъ	94	1	1
» мѣди; тысячъ тоннъ	296	$5^1/_3$	2
» золота; тоннъ	190	43	$22^1/_2$
Обработка (прядение, тканье и пр.) хлопка; м. тоннъ.	$2^1/_{10}$	$^1/_5$	$9^1/_2$
Производство сахара; милл. тоннъ.	$4^1/_2$	$^1/_2$	11
» спирта [34]; милл. ведеръ.	135	27	20
» винограднаго вина [35]; милл. ведеръ.	975	27	$2^3/_4$
Нефть; милл. тоннъ	10	5	50

Россiи обязательнѣе, чѣмъ множеству другихъ странъ.

[33] Хотя въ Англiи и С. Америкѣ (гдѣ добываютъ наиболѣе угля) цѣна пуда каменнаго угля на мѣстахъ добычи, въ общемъ среднемъ, мало отличается (при переводѣ на русскiя деньги) отъ 6 к. (у насъ въ среднемъ не болѣе $5^1/_2$ к., что зависитъ не только отъ богатства и недавности разработки нашихъ копей, но и отъ дешевизны рабочихъ), но на мѣстахъ потребленiя, т. е. прикладывая провозъ, среднюю цѣну пуда угля нельзя принять ниже 10 к., т. е. тонну около 6 р. кр. Добывается же на свѣтѣ около 540 милл. тоннъ, а потому за каменный уголь выплачивается ежегодно не менѣе 3200 милл. р. Если въ самой грубой обработкѣ (напр. въ рельсахъ) пудъ желѣза и стали или чугуна въ отливкѣ принять въ 1 р. и если положить, что $26^1/_2$ милл. тоннъ чугуна даютъ 20 милл. тоннъ потребляемаго желѣзнаго товара, то мiровая его стоимость не менѣе 1200 милл. р. на каждый годъ. Такимъ образомъ общая стоимость угля и желѣза доходитъ въ годъ до $4^1/_2$ милliардовъ рублей. Цѣнность годовой добычи золота составляетъ $^1/_{30}$ долю. Производительность пшеницы во всемъ мірѣ едва ли превосходитъ 3500 милл. пуд. и среднюю цѣну пуда (не то, что нынѣ) нельзя принять выше 1 руб., а потому общая цѣна потребляемаго угля почти сравнялась съ цѣною всей пшеницы. Другiе виды хлѣбовъ (даже рисъ) стоятъ меньше.

Тѣ изъ указанныхъ и многихъ другихъ товаровъ, въ которыхъ наша производительность отстала отъ средней мiровой и составляетъ менѣе 8-ми ея процентовъ, оказываются недостаточными и для размѣровъ внутренняго потребленiя, а потому отвѣчающiе имъ товары (каменный уголь, желѣзо, свинецъ, мѣдь, вина и т. п.) ввозятся къ намъ изъ другихъ странъ. Товары же, подобные золоту, сахару, спирту и нефти, производство которыхъ въ Россiи превосходитъ 8% общаго полученiя, вывозятся изъ Россiи. Это явно подтверждаетъ ту мысль, что наша промышлен-

[34] Спиртъ считается безводнымъ. Его измѣряютъ обыкновенно по объемамъ (гектолитрами, галлонами, ведрами). Считая вѣсъ гектолитра безводнаго спирта = 79,4 килограмма, ведро = =9,75 килогр., можно объемы перевести на вѣсъ.

[35] Производство винограднаго вина въ Россiи хорошо неизвѣстно; я взялъ число, недавно (1895 г.) найденное кн. Масальскимъ; едва ли оно не выше дѣйствительности. Если среднюю плотность винограднаго вина принять=водѣ, то вѣсъ въ ведрѣ=30 р. фунтамъ или 12,3 килогр.

ность и наши современныя потребности представляютъ во многихъ отношеніяхъ среднія міровыя, въ которыхъ еще преобладаютъ патріархальныя и сельскохозяйственныя стремленія [36]. И въ этомъ смыслѣ Россія, въ ея громадномъ цѣломъ представляетъ поучительное сочетаніе частей во всѣхъ періодахъ развитія, отъ того начальнаго состоянія, въ которомъ находятся охотническія племена крайняго сѣвера Россіи и Сибири, чрезъ чисто-патріархально-кочевой бытъ киргизовъ, калмыковъ, туркменъ и т. п. и чрезъ чистый сельскохозяйственный бытъ еще не малой части Великой, Малой и Новой Россіи—до такого чисто-промышленнаго, т. е. наиболѣе сложнаго и развитого быта, какой господствуетъ въ окрестностяхъ Москвы, Петербурга, Риги, Варшавы и т. п. Помимо общихъ, болѣе или менѣе всѣмъ извѣстныхъ, признаковъ, это явно доказывается и статистическими данными, нѣкоторую совокупность которыхъ содержитъ прилагаемая вслѣдъ за симъ таблица [37], составленная по совокупности

КРАЯ.	1. Милл. жителей.	2. Поверхность. Тысячи кв. геогр. миль.	3. Урожай хлѣбовъ. Милл. пуд.	4. Годовое производство фабр., завод. и горныхъ. Милл. руб.	5. Годовой оборотъ торговли. Милл. руб.	На каждаго жителя среднимъ числомъ приходится. 6. Десятинъ земли всей. Десятинъ.	7. Лѣсовъ, въ процентахъ.	8. Зерновыхъ хлѣбовъ въ годъ. Рубли.	Оборотовъ въ годъ. 9. Промышленныхъ Рубли.	10. Торговыхъ. Рубли.
Петербургскій . . .	7	5,7	90—	250	2647	4,1	35	6	36	378
Московскій	12	7,4	170—	490	1755	3,1	37	7	41	146
Черноземный . . .	20	8,6	550+	140	241	2,2	17	14	7	12
Сѣверо-западный . .	9	5.6	110—	40	147	3,1	30	6	4	16
Польскій.	9	2,3	140	220	464	1,3	20	8	24	52
Юго-западный . .	8	3,0	160+	60	189	1,9	20	10	8	24
Малороссійскій . .	8	2,9	130	50	172	1,8	10	8	6	22
Южнорусскій . . .	11	11,7	250+	130	1390	5,4	2	11	12	126
Кавказскій	9	8,6	150+	60	343	4,8	15	8	7	38
Средне-азіатскій . .	6	63,6	90?	20	— ?	53.3	2?	7	3	?
Сибирскій	$5^1/_2$	227,0	90+	60	67?	207,6	50?	8	11	12 ?
Восточный	16	18,4	360+	130	248	5,8	45	11	8	16
Сѣверный	2	25,6	20—	10	43?	64,4	70	5	5	21
Финляндскій. . . .	$2^1/_2$	6,8	40—	50	— ?	13,7	42	6	20	?
Вся имперія. .	125 [38]	397 [39]	2350+ [40]	1710 [41]	7706 [42]	16 д. [43]	39% [44]	9р.40к. [45]	13р.70к. [46]	66р.40к. [47]

[36] Прошлые виды жизни — патріархально-и сельско-хозяйственные, любезные людямъ, какъ дѣтство и юность, замѣняются промышленною зрѣлостью. Она, конечно, скучнѣе, но вѣчное дѣтство содержитъ мало хорошаго и возможно только для тщедушныхъ. Промышленность, однако, какъ и зрѣлость, не только не устраняетъ оригинальности и разнообразія, а, напротивъ, даетъ силу имъ выступать. Помимо всего этого — она отвѣчаетъ естественному росту общественнаго и государственнаго организма.

[37] Предлагаемая здѣсь таблица сходственна съ тою, которую я составилъ для изданія, выпущеннаго Министерствомъ Финансовъ, по поводу Всемірной Выставки въ Чикаго 1893 г.

[38] Такъ какъ общей переписи не было съ 1858 г. (давшаго 74 милл. жителей), то число жителей извѣстно лишь по числу рожденій и смертей и вообще по приросту, а потому, вѣроятно, въ числахъ этого столбца есть погрѣшности $\pm 5^0/_0$, а можетъ быть и немного болѣе. Это сдѣлается яснымъ съ предстоящею въ 1897 г. переписью.

[39] Поверхность дана безъ внутреннихъ морей (Азовскаго, Каспійскаго и Аральскаго), но съ озерами. Слѣдовало бы вычесть не только ихъ, но тундры, скалы, сыпучіе пески и вообще земли, неспособныя къ обработкѣ, но на это нѣтъ точныхъ матеріаловъ.

[40] Урожаи считаны средніе за послѣдніе годы (см. вып. 8) съ вычетомъ посѣвныхъ сѣмянъ. Но такъ какъ для Сибири и средне-азіатскихъ губерній урожай неизвѣстенъ и вообще въ урожаяхъ существуютъ значительныя колебанія, то при нахожденіи чиселъ

достовѣрнѣйшихъ (большею частью оффиціальныхъ) свѣдѣній, относящихся къ 1892 г. При этомъ для обозрительности вся Россія раздѣлена на 14 краевъ, а именно:

этого столбца я принялъ, что на каждаго жителя (на пищу и на побочные расходы, какъ-то: винокуреніе, кормъ скоту и т. п.) среднимъ числомъ идетъ въ годъ $15^1/_2$ пуд. всѣхъ хлѣбовъ (изъ нихъ около $12^1/_2$ ржи, пшеницы, ячменя и гороха и около 3 пуд. овса), а потому на всѣхъ около 1950 мил. пуд. А такъ какъ средній вывозъ заграницу всѣхъ хлѣбовъ нынѣ около 400 мил. пуд., то и получилась сумма 2350 мил. пуд. На это число, какъ и на числа всѣхъ прочихъ столбцовъ, должно смотрѣть только какъ на среднія приближенныя. Тѣмъ не менѣе они характеризуютъ взаимное отношеніе частей Россіи и ея современное экономическое состояніе. Знакъ + поставленъ тамъ, гдѣ есть явный избытокъ хлѣбовъ и ихъ вывозъ, а знакъ — (минусъ) тамъ, гдѣ обыкновенно своего хлѣба недостаетъ.

[41] Числа этого столбца составлены на основаніи отчетовъ трехъ департаментовъ: Торговли и Мануфактуръ, Неокладныхъ сборовъ и Горнаго. Здѣсь не входятъ многіе мелкіе виды промышленности (напр., кустарные) и ремесла (напр., булочныя, типографіи и т. п.). Числа эти, конечно, ниже дѣйствительныхъ современныхъ, но отношенія производительности различныхъ краевъ, вѣроятно, близки къ современному положенію вещей.

[42] Годовые обороты торговли взяты по даннымъ Департамента Торговли и Мануфактуръ о раскладочныхъ сборахъ съ торговыхъ (безъ банковъ) оборотовъ и доходовъ. Такъ какъ для Сибири эти сборы еще не приравнены съ другими краями, а для среднеазіатскихъ губерній не введены, въ Финляндіи же не существуютъ, и такъ какъ нѣкоторые виды торговли (напр., вся мелочная, а акціонерныя предпріятія платятъ особый видъ налога=3% съ доходовъ и т. п.) изъяты отъ сбора, то числа, данныя въ таблицѣ, ниже дѣйствительныхъ. Вообще это лишь приближенныя цифры, но отношенія торговли въ разныхъ областяхъ они выказываютъ съ ясностью, чѣмъ и поучительны. Вообще мнѣ хотѣлось дать обзоръ сельской, заводско-фабричной и торговой дѣятельности разныхъ частей Россіи, на сколько онѣ извѣстны по записямъ. Несовершенство цифръ объясняется еще и тѣмъ, что подобный сводъ данныхъ составляетъ лишь первую попытку. Числа слѣдующихъ (6—10) столбцовъ таблицы разсчитаны на одного жителя по даннымъ предшествующихъ (1—5) столбцовъ.

[43] При разсчетѣ числа десятинъ на каждаго жителя принято, что одна квадратная географическая миля (столбецъ 2-й) содержитъ 5031 десятину. Не должно забывать, что озера, скалы, тундры и т. п. считаны въ поверхности, но ихъ процентное количество неизвѣстно. Съ другой стороны горожане сочтены въ числѣ жителей, что до нѣкоторой степени компенсируетъ вышеуказанную неточность, такъ что на каждаго сельскаго жителя въ краѣ дѣйствительно приходится въ среднемъ число десятинъ, близкое къ данному въ 6-мъ столбцѣ.

[44] Такъ какъ для фабрикъ и заводовъ важно свѣдѣніе о количествѣ лѣсовъ, то въ 7-мъ столбцѣ даны приближенныя числа на основаніи существующихъ свѣдѣній Лѣсного Департамента. Но для Сибири и Средне-Азіатскаго края я поставилъ числа, не имѣющія опоры въ оффиціальныхъ отчетахъ. Вообще, надо думать, что приведенныя числа выше дѣйствительныхъ. За вычетомъ Финляндіи, Сибири и Средне-Азіатскаго края общую площадь лѣсовъ Европейской Россіи съ Кавказомъ принимаютъ около 27000 кв. миль, что составляетъ около 27% всей поверхности.

[45] Въ 8-мъ столбцѣ дана цѣнность зерновыхъ хлѣбовъ на каждаго жителя, считая среднюю цѣнность пуда по 50 к. При такой цѣнѣ 2350 м. пуд. (столб. 3) хлѣбовъ стоятъ 1175 мил. р. или на жителя около 9 р. 40 к. Конечно, этимъ не выражается весь валовой доходъ отъ сельскаго хозяйства (сѣно, корнеплоды, ленъ и др. техническія растенія и приростъ животныхъ), однако, говоря вообще, побочныя статьи не могутъ доставить цифры равной съ хлѣбною, а такъ какъ большая-то часть хлѣбовъ идетъ самимъ же земледѣльцамъ, расходуется дома, то и понятно, что сельскохозяйственныя отношенія не могутъ дать зажиточности. Притомъ нынѣ общую среднюю цѣну хлѣбовъ на мѣстѣ производства надо признать ниже 50 к. за пудъ. Весь хлѣбъ, сбываемый заграницу, въ другіе края Россіи и вообще продаваемый, едва ли составитъ на все русское сельское хозяйство въ годъ болѣе 1000 мил. пуд., что даетъ навѣрное не болѣе 500 мил. р. въ годъ или всего только по 4 р. на жителя. Отсюда ясно, что не на хлѣбномъ хозяйствѣ одномъ опирается крестьянская и государственная жизнь, такъ какъ одни государственные доходы много болѣе всей цѣны продажныхъ хлѣбовъ.

[46] Раздѣляя числа 4-го столбца на число жителей (столб. 1), получаемъ годовой оборотъ промышленности въ среднемъ на каждаго жителя. Числа эти только для Черноземнаго, Сѣверо-западнаго, Юго-западнаго, Малороссійскаго, Кавказскаго и Среднеазіатскаго краевъ меньше, чѣмъ отвѣчающія всей цѣнѣ хлѣбовъ, вообще же для всей Имперіи, а особенно для Петербургскаго, Московскаго, Польскаго и Финляндскаго краевъ они гораздо выше, чѣмъ числа, отвѣчающія цѣнѣ хлѣбовъ, такъ что, не смотря на слабое промышленное развитіе Россіи, въ ней уже нынѣ промышленность даетъ всему народу едва ли не больше, чѣмъ хлѣбныя растенія и даже все сельское хозяйство. Это тѣмъ справедливѣе, что продукты промышленности почти цѣликомъ продаются, тогда какъ большая часть хлѣба потребляется самими производителями. Тогда же, когда промышленность Россіи разовьется до значительной возможной мѣры, разность возрастетъ еще болѣе, и только этимъ путемъ можно надѣяться на возрастаніе богатства страны, особенно въ эпоху низкихъ цѣнъ на хлѣбъ. Если мы представимъ, ради очевидности, что весь русскій сельскій людъ (около 90 мил.) получилъ бы нынѣ сразу землю

*

1) *Московскій или центральный край.* Губерніи: Московская, Владимірская, Калужская, Костромская, Нижегородская, Смоленская, Тверская и Ярославская.

2) *Петербургскій или прибалтійскій край.* Губерніи: Петербургская, Новгородская, Псковская, Курляндская, Лифляндская и Эстляндская.

3) *Черноземный край.* Губерніи: Тульская, Орловская, Рязанская, Курская, Тамбовская, Пензенская, Саратовская, Симбирская и Воронежская.

4) *Сѣверо-западный край.* Губерніи: Виленская, Витебская, Гродненская, Ковенская, Минская и Могилевская.

5) *Польскій или привислянскій край* съ его 10 губерніями.

6) *Юго-западный край.* Губерніи: Подольская, Волынская и Кіевская.

7) *Малороссійскій край.* Губерніи: Черниговская, Полтавская и Харьковская.

8) *Южный край.* Область Донская и губерніи: Астраханская, Екатеринославская, Таврическая, Херсонская и Бессарабская.

9) *Кавказъ*, куда входятъ: все Закавказье, Черноморскій округъ, Ставропольская губ. и области Кубанская и Терская.

10) *Среднеазіатскій край.* Области: Семипалатинская, Семирѣченская, Акмолинская, Тургайская, Уральская, Самаркандская, Ферганская, Закаспійская и Сыръ-Дарьинская.

11) *Сибирь.* Губерніи: Тобольская, Томская, Енисейская и Иркутская; области: Амурская, Приморская (съ Сахалинскимъ отдѣл.), Якутская и Забайкальская.

12) *Восточный край.* Губерніи: Вятская, Казанская, Уфимская, Оренбургская, Пермская и Самарская.

13) *Сѣверный край.* Губерніи: Архангельская, Вологодская и Олонецкая.

14) *Финляндія* или Великое княжество Финляндское съ 8-ю губерніями.

въ изобиліи и урожаи были бы превосходны, можно было бы допустить, что уродилось бы не 2400, а около 4000 милл. пуд. хлѣбовъ. Конечно, отъ этого страна бы выиграла вообще, но явился бы громадный избытокъ хлѣба, по крайней мѣрѣ около 1500 мил. пуд., а отъ этого какъ внутреннія, такъ и внѣшнія цѣны хлѣбовъ упали бы еще до болѣе низкой нормы, и тогда: 1) трудъ хлѣбопашца поневолѣ долженъ былъ бы обезцѣниться, 2) трудолюбіе, при изобиліи дешеваго хлѣба, въ массѣ непотребовательнаго крестьянства должно было бы упасть, 3) наемное, да и всякое сельское хозяйство не имѣло бы рессурсовъ на введеніе улучшеній, даже на обзаводство новымъ скотомъ и 4) масса хлѣба, за ненадобностью, стала бы портиться, вообще же получилось бы новое безъисходное горе—вмѣсто того постепеннаго улучшенія, которое неизбѣжно слѣдуетъ при сочетаніи сельскаго хозяйства съ развитіемъ всей промышленности, составляющей перваго потребителя сельскихъ продуктовъ. Я полагаю, что ростъ, особенно въ сторону интенсивныхъ улучшеній, русскаго сельскаго хозяйства нынѣ будетъ лишь тогда плодотворнымъ и выгоднымъ какъ для отдѣльныхъ хозяевъ, такъ и для всей страны, когда онъ будетъ совершаться единовременно съ ростомъ горной и фабрично-заводской промышленности. Къ улучшенію сельскаго хозяйства постепенно подготовлялся съиздавна нашъ народъ, онъ уловитъ самъ всѣ представляющіеся случаи, особенно если ему помогутъ передовые хозяева и правительственныя мѣры (особенно облегченіе переселеній и земельныхъ налоговъ), а потребность и значеніе развитія заводовъ и фабрикъ, долженствующее кореннымъ образомъ содѣйствовать самому сельскому хозяйству, столь ново для страны, что еще довольно чуждо общему пониманію, какъ видимъ даже и въ современныхъ литературныхъ отзывахъ. Тутъ роль передовыхъ правительственныхъ мѣръ болѣе многозначительна, а потому имъ всего настоятельнѣе сосредоточиться на возбужденіи фабрично-заводской, а не одной сельскохозяйственной промышленности.

[47] Числа 9-го столбца (получены изъ чиселъ 5-го столбца) показываютъ относительное значеніе и развитіе торговли. Они прежде всего показываютъ, какъ относительно велико торговое значеніе Московскаго края, какъ центральнаго, и краевъ Прибалтійскаго (Петербургскаго) и Южнаго (при Азовскомъ, Черномъ и Каспійскомъ моряхъ), ведущихъ морскую торговлю. Въ краяхъ, преимущественно земледѣльческихъ, какъ Черноземный, торговля ничтожна, ея годовые обороты меньше цѣны получаемыхъ хлѣбовъ. За вычетомъ Сибири, Среднеазіатскаго края и Финляндіи на каждаго жителя Россіи приходится въ среднемъ около 66 р. торговыхъ оборотовъ. Сперва это кажется непонятнымъ, такъ какъ сумма добычи хлѣбовъ и промысловъ едва составляетъ на жителя 23 р. въ годъ, но не должно забыть, что торговля идетъ съ передачею отъ оптовыхъ торговцевъ къ крупнымъ мѣстнымъ и отъ нихъ къ розничнымъ, и чрезъ торговлю идетъ какъ купля, такъ и продажа. Такъ, если фабрикантъ произвелъ на 1000 р., онъ купилъ сырья быть можетъ на 200 р., продалъ товара примѣрно на 1000 р., да онъ сталъ отъ провоза дороже (цѣна провоза взойдетъ въ обороты торговца), хотя на 200 р., а 800 р., полученныхъ фабрикантомъ, распредѣлятся рабочимъ и ему самому, и почти всѣ эти 800 руб. пройдутъ чрезъ торговцевъ, такъ что торгового оборота будетъ всего не менѣе 2200 р. Если же купецъ доставленное самъ купилъ у другого и купленное у фабриканта продалъ третьему, то и явится сильное увеличеніе торговыхъ оборотовъ сравнительно съ производствомъ промышленности. Сельскій же хозяинъ плохой покупатель, потому что ему почти нечего продавать и покупаетъ онъ мало. Такъ, торговля оживляется тамъ, гдѣ существуетъ промышленность. Богатство же жителей и страны, а потому и государственнаго казначейства (чѣмъ опредѣляются очень многіе успѣхи государства), опредѣляется и, такъ сказать, измѣряется движеніемъ, передачею, дѣятельностію, которыя опредѣляютъ и торговлю. Наше сопоставленіе цифръ въ приведенной таблицѣ, думается мнѣ, поможетъ разобраться въ этихъ сложныхъ отношеніяхъ.

Хотя всѣ числа приведенной таблицы, кромѣ данныхъ о поверхности, представляютъ свѣдѣнія далеко не полныя и измѣняющіяся съ годами [48], тѣмъ не менѣе изъ нихъ вполнѣ очевидно: 1) что хлѣбное хозяйство Россіи и связанное съ нимъ удовлетвореніе потребностей—собственными, домашними средствами не можетъ доставить ей ни въ какомъ случаѣ сколько-либо прочнаго удовлетворенія суммы уже народившихся потребностей, тѣмъ болѣе, что повышеніе хлѣбныхъ цѣнъ, удовлетворяя края, сбывающіе свои избытки хлѣба (напр., Черноземный, Южный и Восточный края), должно тяжело отозваться на краяхъ, покупающихъ хлѣбъ (напр., края: Петербургскій, Московскій, Сѣверный), потому что эти послѣдніе относятся къ первымъ точно также, какъ многія страны западной Европы къ Россіи. 2) Промышленное развитіе краевъ Россіи (столбцы 4 и 9) опредѣляется понынѣ, кромѣ степени образованности, или недостаточностію хлѣбной производительности и выгодами торговаго положенія, какъ видно особенно надъ Московскимъ и Петербургскимъ краями, или густою населенностію, какъ въ Польскомъ краѣ, но запасы природныхъ матеріаловъ, вмѣстѣ съ изобиліемъ плодородныхъ земель, даютъ право утверждать, что наиболѣе плодотворнымъ и выгоднымъ для всей страны станетъ промышленное развитіе въ такихъ краяхъ, какъ Южный (особенно благодаря каменнымъ углямъ Донской области и Екатеринославской губерніи и берегамъ морей Чернаго и Азовскаго), Кавказъ (благодаря запасамъ ископаемыхъ, начатыхъ лишь съ нефти, и положенію между двумя морями), Восточный край (благодаря системѣ Волги и Камы и запасамъ Урала) и Сибирь (собственно ея южныя части съ ихъ болѣе теплымъ климатомъ и тѣми минеральными богатствами, про которыя сложилось выраженіе: «Сибирь золотое дно»). Понынѣ въ эти края шли и еще идутъ преимущественно ради изобилія плодородныхъ земель, но не подлежитъ сомнѣнію, что съ усиленнымъ развитіемъ въ нихъ видовъ промышленности въ нихъ получатся всѣ условія для ея процвѣтанія, чему примѣры видны въ добычѣ каменнаго угля и чугуна въ Донецкомъ краѣ, нефти на Кавказѣ и золота въ Сибири. 3) Торговая дѣятельность Россіи, весьма много зависящая отъ благоустройства и дешевизны путей сообщенія, судя по цифрамъ, опредѣляется до нынѣ преимущественно заграничными оборотами, какъ видно на Петербургскомъ и Южномъ краяхъ [49], и развитіемъ внутренней промышленности, какъ видно надъ Московскимъ и Польскимъ краями, но въ краяхъ преимущественно земледѣльческихъ, напр., Черноземномъ, она не можетъ укрѣпляться (предшеств. табл., 10 столбецъ), ибо

[48] Чтобы хоть въ нѣкоторой мѣрѣ показать тотъ скорый промышленный ростъ, который проявляется въ Россіи, я сошлюсь не только на вышеуказанныя данныя о измѣненіи съ годами производства сахара [24] и нефти [25], но и приведу свѣдѣнія о измѣненіи числа выбранныхъ въ годъ торговыхъ свидѣтельствъ и др. документовъ, равно какъ и 3-хъ процентнаго сбора съ акціонерныхъ предпріятій, потому что числа эти несомнѣнно точны и торговля [47] ясно связана съ промышленностію:

Во всей Имперіи, безъ Финляндіи.	Общее число взятыхъ въ годъ документовъ. Тысячъ.	Сумма торговыхъ сборовъ въ милліонахъ рублей. Съ торговыхъ документовъ.	Трехпроцентныхъ и раскладочныхъ.
1885	1.094	21,8	3,6
1886	1.172	22,7	5,2
1887	1.171	23,6	4,7
1888	1.195	24,8	6,7
1889	1.236	25,1	7,9
1890	1.296	25,7	8,9
1891	1.273	25,3	8,6
1892	1.298	26,1	8,6

Но общая степень потребности въ народѣ предметовъ не домашняго производства и не изъ сельскаго хозяйства—и понынѣ все еще сравнительно не велика. О ней судить легко по суммѣ фабрично-заводской производительности [5] и внѣшняго ввоза [13]. Она стала явно возрастать только съ конца 80-хъ годовъ (истинную причину, конечно, составляетъ забота Царя о промышленности народа) и отъ 1800 (въ 1880 г.) достигла до 2200 милл. руб. (въ 1892 г.), что составляетъ на каждаго жителя въ среднемъ отъ 15 до 20 р. въ годъ. Какъ она мала, видно уже изъ того, что обыкновенныхъ государственныхъ доходовъ за тѣ же года приходится на каждаго жителя [9] отъ 6 до 7 руб., но не должно забывать, что эта сумма доходовъ поступаетъ почти вся тотчасъ же опять къ жителямъ, такъ что совершается только новое распредѣленіе.

[49] Это видно по послѣднему столбцу предшествующей таблицы.

чисто земледѣльческія страны (лишенныя развитія обрабатывающей промышленности) всегда остаются бѣдными, хотя въ начальную эпоху, когда есть много свѣжихъ земель и легко получаются обильныя жатвы, благосостояніе въ нихъ значительно развивается, подготовляя условія для водворенія всѣхъ видовъ промышленности. 4) Зачатки или корни промышленности уже имѣются во всѣхъ краяхъ нашей страны и они уже нынѣ доставляютъ ея жителямъ большіе заработки, а при своемъ развитіи, кромѣ всего прочаго, дадутъ и мѣстный рынокъ для продажи сельскохозяйственныхъ продуктовъ, а также и требованіе на тѣхническія матеріалы растительнаго царства (на топливо, ленъ, хлопокъ, вообще прядильныя растенія, картофель, свекловицу, хмѣль, виноградъ и т. п.), разведеніе которыхъ несомнѣнно должно улучшить сельское хозяйство (сдѣлать его болѣе интензивнымъ, чѣмъ при преобладаніи зерновой культуры) и создать для него новыя условія выгодности. При этомъ не слѣдуетъ упускать изъ виду, что большая часть, Россіи недопускаетъ на зимнее время почти никакихъ сельскохозяйственныхъ операцій (кромѣ вывоза хлѣба и домашняго ухода за скотомъ и продуктами) въ полѣ, а потому для массы жителей получается возможность, не оставляя привычнаго земледѣлія [50], принять участіе въ развитіи мѣстной горной и обрабатывающей промышленности и въ разви-

---

[50] Зимой, вездѣ, гдѣ можно, крестьяне прямо или косвенно (извозомъ, подвозомъ топлива и разными заготовками) входятъ въ торговлю и промышленность, но сверхъ того и сами часто (иногда и круглый годъ) занимаются простыми мѣстными видами промышленныхъ (ремесленныхъ) предпріятій. Это одинъ изъ видовъ промышленности, называемый *кустарнымъ*. Здѣсь неумѣстно распространяться о немъ, но его громадная важность для экономической жизни страны и для ея промышленнаго развитія не подлежитъ никакому сомнѣнію. Оффиціально у насъ вѣдается она Министерствомъ Земледѣлія и Государственныхъ имуществъ. Моя мысль въ этомъ отношеніи скажется ясно, если я, упомянувъ о томъ, что считаю возможнымъ очень широкое развитіе кустарной производительности при сочетаніи нѣкоторыхъ условій (особенно при заботахъ объ образованіи кустарей, о доставкѣ имъ образцовъ и сырья и о сбытѣ продуктовъ, т. е. о широкой торговлѣ ими), разсмотрю, хотя кратко, вопросъ о томъ: что можно выгодно производить кустарными способами, т. е. при сочетаніи въ однихъ лицахъ земледѣльцевъ и кустарей? Очевидно, не все, даже при всевозможной помощи, а преимущественно только то, для производства чего требуется много ручной, несложной работы, то есть то, гдѣ цѣна рабочихъ рукъ непосредственно и сильно вліяетъ на цѣну товара, то есть то, что преимущественно подразумѣвается подъ ремесломъ. Наименѣе подходятъ товары «массовые», производимые «непрерывными» способами (§ 3), напр. производство чугуна, сѣрной кислоты и т. п., и тѣ, въ которыхъ требуются крупныя затраты на сложное первоначальное обзаводство, потому что кустарю приходится работать среди домашней обстановки (иначе это или артельное, т. е. компанейское дѣло, или заводъ, дѣйствующій лишь часть года). Наиболѣе подходятъ кустарямъ прямо ремесла, въ родѣ шитья, столярнаго, слесарнаго и т. п. дѣлъ, гдѣ обходятся немногими инструментами и не требуется разнородное сырье. Но при развитіи вкуса и образованія остается еще громадная масса производствъ, въ которыхъ кустари могутъ дѣлать большіе обороты. Таковы, напр., издѣлія гончарныя, мебельныя, игрушечныя, слесарныя, кружевныя, прутяныя, коробочныя, гребеночныя, токарныя и т. п. Для успѣха и возможности широкаго развитія этихъ дѣлъ, уже давно начатыхъ въ нашемъ народѣ, мнѣ кажутся особо важными тѣ мѣстные музеи образцовъ и тѣ склады кустарныхъ произведеній, которые начали осуществлять Земства и Министерство Государственныхъ имуществъ. Продукты нашихъ кустарей, при умѣломъ отношеніи къ дѣлу, могутъ найти громадный сбытъ во всемъ свѣтѣ, чему примѣромъ служатъ многія японскія и китайскія издѣлія, производимыя подобнымъ же кустар. способомъ и славящіяся своеобразностію и дешевизною. Въ будущемъ подобному сочетанію сельскохозяйственной дѣятельности съ ремесленно-промышленною предстоитъ двинуться впередъ, когда, особенно при помощи электричества, можно будетъ легко и удобно имѣть у себя дома свой двигатель, получающій, такъ сказать, продажную энергію отъ центральнаго прибора. Тогда наступитъ, только съ инымъ чѣмъ до нынѣ результатомъ, новая борьба мелкой промышленности съ крупною, и во многихъ отрасляхъ производства, напр., въ ткацкомъ, побѣда должна остаться за мелкими производителями, конечно при условіи ихъ должнаго развитія и при умѣломъ веденіи торговыхъ операцій, такъ какъ всякое промышленное дѣло на нихъ основывается. Борьба труда съ капиталомъ, казавшаяся чреватою послѣдствіями, тѣмъ естественнѣе и спокойнѣе разрѣшится въ пользу труда, чѣмъ шире будетъ распространяться просвѣщеніе, чѣмъ ниже будетъ падать процентъ интереса капиталовъ и чѣмъ большую роль будутъ играть правительственныя мѣропріятія въ дѣлѣ побѣды труда надъ искаженнымъ вліяніемъ капитала. Не должно притомъ забывать, что повсюду, даже въ Англіи и Франціи, многія нынѣ чисто капиталистическія предпріятія возникли прямо исходя изъ ремесленно-кустарныхъ заведеній.

вающейся съ нею торговлѣ, ради которой, въ указанномъ смыслѣ, особо важны желѣзнодорожные и водные пути.

Приведенная выше таблица показываетъ сверхъ того, что зачатки горной и заводско-фабричной промышленности уже существуютъ въ большинствѣ краевъ Россіи и распредѣлились въ ней подъ вліяніемъ двухъ естественныхъ условій: густоты населенія и наличности доступныхъ естественныхъ сырыхъ матеріаловъ, въ томъ числѣ топлива и металлическихъ рудъ. Но кромѣ этого и кромѣ великаго значенія отношенія между спросомъ и предложеніемъ, огромное вліяніе на степень развитія промышленности оказываютъ многія другія обстоятельства, между которыми должно остановиться на правительственныхъ мѣропріятіяхъ, путяхъ сообщенія, развитіи знаній и на частномъ начинаніи (иниціативѣ), которыя мы и разсмотримъ въ главныхъ общихъ чертахъ, примѣнительно къ современному состоянію нашей страны.

Между правительственными мѣропріятіями на ходъ промышленности страны, при современномъ состояніи вещей, болѣе всего вліяетъ степень покровительства внутреннему производству (протекціонизмъ) при помощи таможенныхъ пошлинъ [51]. Достаточно для уясненія

Тоже замѣчается у насъ, хотя возникновеніе немногихъ фабрикъ и заводовъ нерѣдко ведетъ къ уничтоженію многихъ кустарныхъ предпріятій. Усиленное покровительство кустарному дѣлу въ современную эпоху Россіи, когда фабрикъ и заводовъ еще очень мало, можетъ быть очень полезнымъ уже по той причинѣ, что подготовляетъ почву къ промышленному строю и даетъ недостающіе народу заработки.

[51] См. выноску [26] и др. Протекціонизмъ или покровительство развитію внутренней, преимущественно заводско-фабричной, промышленности, во-первыхъ, не устраняетъ (и даже всегда соединяется) покровительства сельскохозяйственной промышленности, какъ видно изъ того, что большинство странъ Европы (Франція, Германія, Испанія, Италія, Швеція и т. п.) облагаетъ таможенными пошлинами иностранный хлѣбъ, давая возможность своимъ производителямъ поддерживать свое сельское хозяйство, хотя чрезъ это всѣмъ жителямъ хлѣбъ обходится дороже, во-вторыхъ, протекціонизмъ не можетъ и не долженъ ограничиваться однѣми таможенными пошлинами, но такъ какъ развитіе просвѣщенія, свободы труда, пониженіе процента на капиталъ и дешевизна путей сообщенія подразумѣваются какъ протекціонистами, такъ и фритредерами, какъ общія условія для развитія промышленности указать на то, что Англія, промышленность которой развита болѣе, чѣмъ въ

странѣ, то пунктомъ различенія обоихъ (протекціоннаго и фритредерскаго) направленій служитъ именно взглядъ на таможенныя пошлины, и, въ третьихъ, протекціонизмъ въ странахъ, богатыхъ сырьемъ и съ мало развитою обработывающею промышленностію (каковы напр. Россія и С. А. С. Штаты), не только не имѣетъ въ виду держать высокія цѣны на покровительствуемые товары, но стремится къ ихъ удешевленію при помощи возбужденія конкурренціи, чему осуществленіе видно въ примѣрѣ сильно покровительствуемаго Россіею нефтяного производства. Но и въ самомъ примѣненіи протекціонизма могутъ быть многіе оттѣнки, особенно, когда дѣло касается размѣровъ обложенія, потому что они могутъ быть столь высоки, что совершенно прекращаютъ ввозъ иностранныхъ товаровъ, или столь малы, что не помогаютъ учрежденію внутренняго производства, такъ какъ всякому начинающемуся производству приходится преодолѣвать множество трудностей, что возвышаетъ цѣну товара, а потому укоренившееся иностранное производство можетъ спускать цѣны и подавлять возникновеніе новаго. Поэтому, наиболѣе разумными протекціонными таможенными окладами должно считать такіе, по которымъ лучшіе (болѣе дорогіе) иностранные товары могутъ выгодно ввозиться, а наиболѣе дешевые, производимые легче и въ большемъ количествѣ, облагаются достаточно высокими окладами. Тогда является въ странѣ соперничество мѣстныхъ и привозныхъ товаровъ, чрезъ что потребители выгадываютъ, и отъ соревнованія внутреннихъ производителей цѣны падаютъ. Такія начала можно видѣть строго проведенными въ русскомъ таможенномъ тарифѣ 1891 г. А такъ какъ подобныя отношенія съ теченіемъ времени должны измѣняться, то и тарифы должны подлежать пересмотру, поэтому то и видимъ, что законодательныя учрежденія нынѣ повсюду сильно заняты вопросомъ таможенныхъ окладовъ. Однако, этотъ пересмотръ долженъ быть вызываемъ лишь крайнею необходимостію, чтобы промышленность страны не страдала отъ перемѣнъ и неустойчивости политики. Во всякомъ же случаѣ протекціонизмъ должно считать наиболѣе разумною и общею мѣрою, такъ какъ отъ него, съ пониженіемъ ставокъ, существуютъ всевозможные переходы къ свободной торговлѣ или фритредерству. Этотъ послѣдній видъ промышленной политики исходитъ изъ той мысли, что для выгодъ потребителей наиболѣе цѣлесообразно получать всякіе товары оттуда, откуда они наиболѣе дешево обходятся. Эта мысль была бы совершенно вѣрною, если бы не существовало самостоятельныхъ, отдѣльныхъ интересовъ у народовъ и странъ. А тогда можетъ выйти такъ, что Россія, держась фритредерства, будетъ лишена своего, напр., желѣза, и въ мирное время, потребляя въ годъ около 100 милл. пудовъ, будетъ платить за него иностранцамъ сотни милліоновъ, а въ военное время будетъ лишена возможности удовлетворять сво-

какихъ-либо иныхъ государствахъ, укрѣпила ее въ періодъ 200 лѣтъ (примѣрно отъ средины XVII вѣка до средины XIX вѣка), когда ввозъ множества иностранныхъ обработанныхъ товаровъ былъ прямо запрещенъ, торговля со всѣми колоніями дозволялась лишь на англійскихъ корабляхъ [52], множество товаровъ облагалось весьма высокою привозною пошлиною, а вывозъ заграницу нѣкоторыхъ орудій производства, напр., нѣкоторыхъ машинъ (особенно ткацкихъ и прядильныхъ), былъ запрещенъ, т. е. создала свою образцовую промышленность протекціонизмомъ, который оставила лишь тогда [53], когда соперничество промышленности другихъ странъ уже не грозило задавить внутреннее англійское производство, а напротивъ того, первѣйшею потребностію страны сталъ вывозъ промышленныхъ избытковъ въ иныя страны, для которыхъ слѣдовало показать примѣръ «свободной торговли» (фритредерства), признаніе коего стало выгоднымъ для Англіи, но грозило остановкою промышленнаго роста въ другихъ странахъ, тѣмъ значительнѣйшею, чѣмъ болѣе промышленность данной страны отстала отъ англійской. При этомъ Англія рѣшилась пожертвовать въ пользу своей промышленности своимъ хлѣбнымъ земледѣліемъ, нѣкогда процвѣтавшимъ и нынѣ совершенно почти прекратившимся, благодаря такой дешевизнѣ привознаго хлѣба, что внутреннее его производство стало невыгоднымъ [54]. Причину такого сознательнаго образа дѣйствій мудрыхъ руководителей страны должно прежде всего искать въ томъ, что они давно ясно поняли—въ отличіе отъ физіократовъ,—что производство хлѣбовъ составляетъ самый первичный видъ промышленности и весь потребный народу хлѣбъ, при свободѣ торговаго обращенія, можно купить за ничтожно малую часть товаровъ развитой промышленности, напр., за ткачество, добычу желѣза или угля и т. п., особенно при условіи его перевозки собственными средствами. Не вдаваясь въ перечисленіе всѣхъ колебаній между протекціонизмомъ и фритредерствомъ въ

ей потребности въ желѣзѣ. Или же Англія, при ея фритредерствѣ, въ военное время можетъ сильно пострадать отъ недостатка въ подвозѣ иностраннаго хлѣба. Вообще, фритредерство, если бы господствовало, остановило бы развитіе человѣчества, потому что страны земледѣльческія не имѣли бы возможности установить своей передѣлывающей промышленности, а она создаетъ какъ богатство народовъ, такъ и ихъ образованность, вмѣстѣ съ развитіемъ гражданственности и улучшеніями (интенсивностію) самого сельскаго хозяйства. Протекціонизмъ, нынѣ преобладающій повсюду (кромѣ Великобританіи), ведетъ міръ къ возможно равномѣрному развитію всѣхъ производительныхъ силъ — въ томъ его нравственная и разумная сила.

[52] Подробности о «навигаціонномъ актѣ» должно искать въ сочиненіяхъ по политической экономіи. Въ моей книгѣ «Толковый тарифъ» (1892) указана его сущность.

[53] Борьбу противъ протекціонизма въ срединѣ этого столѣтія вела въ Англіи партія такъ называемыхъ фритредеровъ (отъ free trade — свободная торговля), которая совершенно справедливо для тогдашняго положенія Великобританіи поняла, что имъ можно бросить 200-тълѣтній протекціонизмъ, доведшій промышленность до цвѣтущаго состоянія, и лучше, выгоднѣе стало держаться началъ свободной торговли. Но годное для одной страны въ извѣстную эпоху явно можетъ быть вреднымъ для другой. Всемірное могущество Великобританіи выиграло въ эпоху (примѣрно отъ 1850 даже до 1890) господства фритредерскаго ученія, но очевидно не отъ его признанія, а отъ того, что Англія успѣла забрать промышленную силу въ эпоху своего сильнѣйшаго протекціонизма. С. А. С. Штаты и Россія поняли, наконецъ, въ чемъ дѣло, установили у себя въ разумныхъ формахъ протекціонизмъ, и это грозитъ Великобританіи болѣе всякихъ поворотовъ колоніальной политики, потому что фритредерство, какъ общепринятая формула, отдавала бы всѣ страны, опоздавшія въ развитіи своей промышленности, въ экономическое подчиненіе тѣмъ, гдѣ промышленность уже сложилась. Съ теченіемъ времени родилось

болѣе важное разногласіе: наступилъ критическій періодъ для капитализма въ его борьбѣ съ трудомъ, и эта борьба ведется человѣчествомъ съ должнымъ вниманіемъ, помимо всякихъ «соціалистическихъ» крайностей.

[54] Сельское, особенно хлѣбное, хозяйство Англіи опустилось, почти пропало, тоже было бы и въ большинствѣ другихъ странъ Зап. Европы, если бы онѣ не держались протекціонизма въ отношеніи хлѣбныхъ товаровъ, что дѣлаетъ еще возможнымъ поддерживать сельское хозяйство во Франціи, Германіи, Италіи и т. п. Но страны эти, увеличивая у себя цѣну хлѣба и дѣйствуя этимъ противу минутныхъ интересовъ Россіи, не позволяютъ своимъ заводамъ и фабрикамъ развивать соперничество съ Англіею, гдѣ хлѣбъ дешевле, потому что ввозится безъ пошлинъ. Россія и С. А. С. Штаты при этомъ много имѣютъ шансовъ развивать свою промышленность, имѣя наиболѣе дешевый хлѣбъ. Силы этихъ странъ на глазахъ у всѣхъ и крѣпнутъ, безъ сомнѣнія, прежде всего отъ приложенія началъ протекціонизма.

разныхъ странахъ, достаточно указать лишь на то, что не только Сѣверная Америка, гдѣ промышленность, какъ у насъ, находится въ начальномъ періодѣ развитія, но даже и всѣ почти государства Европы пришли, наконецъ, къ признанію необходимости разумнаго протекціонизма, то есть возбужденія и огражденія таможенными пошлинами многихъ внутреннихъ видовъ производительности. На первомъ планѣ въ большинствѣ странъ Западной Европы поставлено при этомъ покровительство земледѣлію при помощи сбора съ иностранныхъ хлѣбовъ довольно значительныхъ таможенныхъ пошлинъ [55]. Эта мѣра (пошлины на хлѣбъ) возвышаетъ цѣну потребляемаго внутри хлѣба (а потому не даетъ возможности понижать до низшей нормы цѣну производства всѣхъ иныхъ товаровъ), но позволяетъ сохранять (а не прекращать, какъ въ Англіи) заведенные виды хлѣбнаго хозяйства, доставляя въ то же время доходъ государству, или составляя косвенный налогъ на промышленность. Россія, вмѣстѣ съ С.-А. Соединенными Штатами, снабжая страны Западной Европы избытками своего хлѣба, совершенно естественно должны были при этомъ придти къ усиленію своего протекціонизма насчетъ фабрично-заводскихъ товаровъ. Не должно упускать изъ виду, что господствующій нынѣ протекціонизмъ, имѣя цѣлію поддерживать или возбуждать внутреннее производство [56], въ концѣ концовъ ведетъ къ тому, что сумма производства въ цѣломъ мірѣ возрастаетъ, предложеніе увеличивается и чрезъ это не только падаютъ міровыя цѣны товаровъ [57], но и достигается какъ воз-

[55] Въ видѣ примѣра укажу на то, что Германія въ 1888 г. назначила для пшеницы ввозную пошлину въ 5 марокъ за 100 килогр., что составляло на пудъ около 40 к. кр., мѣстная же цѣна пшеницы въ производительныхъ округахъ Россіи нынѣ не выше этой пошлины. Торговый договоръ Россіи съ Германіею немного измѣнилъ это отношеніе, но его не нарушилъ.

[56] Таможенныя пошлины съ привозныхъ товаровъ имѣютъ троякую цѣль: 1) *чисто фискальную* (доходъ казначейства), облагая потребителей налогомъ лишь по той причинѣ, что налоги нужны, а этотъ собирается сравнительно легко и, если онъ невеликъ, не препятствуетъ потребленію; за этотъ видъ (и за слѣдующій) стоятъ даже фритредеры; 2) *акцизную* цѣль, т. е. обложеніе высокимъ налогомъ предметовъ дробнаго, привычнаго, но не особо-необходимаго потребленія, такихъ какъ спиртъ, чай, табакъ и т. п. и 3) *покровительственную*, когда облагаются предметы ввоза или *для охраны* существующей въ странѣ промышленности (напр., въ Германіи налогъ на хлѣбъ) противу иностраннаго соперничества, или *для возбужденія* въ странѣ видовъ промышленности, могущихъ въ ней развиваться. Такъ, напримѣръ, не будь наложена пошлина на сахаръ, Россія не имѣла бы до сихъ поръ своего свеклосахарнаго производства, потому что всякую попытку начинателей задавило бы соперничество сосѣднихъ странъ, гдѣ ранѣе успѣла вырости эта промышленность. Такъ какъ съ развитіемъ новой отрасли производства въ мірѣ увеличивается предложеніе, то, говоря вообще, протекціонизмъ, возбуждающій новые пункты производства, ведетъ къ понижению цѣнъ во всемъ мірѣ, чему яснымъ доказательствомъ служитъ развитіе русскаго нефтяного дѣла, которое несомнѣнно послужило къ пониженію цѣнъ на американскій керосинъ. Но при этой конечной и достижимой цѣли возбуждающій протекціонизмъ ведетъ къ временному — на время развитія внутренняго соревнованія — поднятію цѣнъ, что особенно и возмущаетъ фритредеровъ, упускающихъ изъ виду не только конечную цѣль, но и множество иныхъ соображеній, заставляющихъ держаться тамъ, гдѣ можно и должно, возбуждающихъ протекціонныхъ пошлинъ. Въ частности для Россіи, напр., въ дѣлѣ производства рельсъ, потребныхъ желѣзнымъ дорогамъ, весьма важно не только установить это производство въ странѣ, но и платить за рельсы внутри ея, чтобы поддерживать своихъ, а не иностранныхъ рабочихъ, ищущихъ труда, и чтобы не увеличивать задолженность въ другія страны, что роняетъ курсъ и ставитъ страну въ тяжелую зависимость отъ иныхъ странъ.

[57] Міровыми цѣнами должно назвать цѣны товаровъ при вывозѣ ихъ изъ производящей страны въ нейтральное море (океанъ), безъ таможенныхъ пошлинъ. Такъ какъ цѣна произ-

воза играетъ тѣмъ меньшую (процентную) роль, чѣмъ выше цѣна единицы вѣса товара, то прочнѣйшую міровую цѣну имѣетъ золото, которое и избирается міровымъ мѣриломъ цѣнъ. Долго такую же роль играло серебро, но когда его добыча въ Америкѣ усилилась и Франція (1875, равно какъ нѣкоторыя другія государства) перестала принимать серебро для передѣлки въ монеты, относительная къ золоту цѣна серебра (сперва была $^1/_{10}$, въ началѣ столѣтія $^1/_{15}$, въ серединѣ — $^1/_{15{,}5}$, а нынѣ все падаетъ до $^1/_{30}$ и ниже сравнительно съ золотомъ) стала падать. Но и золото не составляетъ нормальнаго мѣрила цѣнностей, что свойственно въ будущемъ одному труду, который есть единственное прочное мѣрило стоимости, но донынѣ, при недостаточномъ развитіи разныхъ странъ и классовъ людей, это мѣрило будущаго совершенно не приложимо (особенно въ эпоху господства капитализма), а потому нынѣ міровымъ мѣриломъ цѣнъ въ Европѣ служитъ зо-

можно быстрое уравненіе во всемъ развитіи народовъ, много опредѣляемомъ промышленностію [58], такъ и образованіе большихъ государственныхъ единицъ, взамѣнъ мелкихъ [59], которымъ невозможно вести самостоятельной промышленной политики. Положеніе Россіи въ отношеніи къ міровому развитію промышленности окончательно выяснилось лишь въ царствованіе незабвеннаго миротворца Александра Александровича, особенно въ таможенномъ тарифѣ 1891 г. Онъ такъ составленъ [60], что: а) не нарушаетъ возможности ввоза иностранныхъ товаровъ, т. е. ничего не запрещаетъ и налагаетъ пошлины въ сравнительно умѣренныхъ размѣрахъ [61], б) не препятствуетъ давно начавшемуся росту таможенныхъ доходовъ государства [62], то есть, составляя существенную ихъ часть (а именно около 16%), не препятствуетъ естественному росту международнаго участія Россіи въ торговлѣ, в) а въ то же время явно покровительствуетъ не только всѣмъ главнымъ отраслямъ существующей промышленности, которыя могли бы пострадать отъ иностраннаго соперничества [63], но и г) вызываетъ умѣреннымъ усиленіемъ пошлинъ тѣ виды промышленности, которые имѣютъ возможность развиваться

лото, (въ Китаѣ и Индіи серебро). Если же представить, что мыслимо, возможность сильнаго возрастанія добычи золота изъ морской воды, то его избытокъ долженъ будетъ уронить его относительную стоимость и тогда будетъ сознано окончательно, что истинное мѣрило цѣнности нельзя искать въ чемъ либо иномъ, кромѣ труда, подразумѣвая, конечно, не одну физическую работу и не одну текущую затрату времени, но и всю сумму расходуемой въ пользу другихъ энергій, для измѣренія чего понынѣ еще и не является попытокъ, но что, думается мнѣ, не относится къ невозможностямъ, если подлежитъ оцѣнкѣ какъ трудъ рабочаго, такъ и трудъ архитектора, инженера, живописца и писателя. Ростъ промышленнаго строя, едва недавно начавшагося, приведетъ къ рѣшенію и этихъ важныхъ сторонъ дѣла, выставивъ на видъ значеніе труда и содѣйствуя пониженію во всемъ мірѣ процентовъ на капиталъ.

[58] Самъ будучи сибирякомъ, то есть происходя изъ Азіи, я не могу относиться иначе какъ съ сожалѣніемъ къ кичливой презрительности къ народамъ, еще не получившихъ европейскаго просвѣщенія. Надо полагать, и уже можно видѣть, что эти неравенства сглаживаются и уменьшаются, причемъ промышленные интересы здѣсь много помогаютъ. Нельзя, напримѣръ, не одобрить протекціонизмъ, за который принялась Индія и къ которому, рано или поздно, прибѣгнетъ и Китай, чтобы этимъ путемъ достигать возможнаго равенства экономическаго быта, а потому и всего строя жизни среди всѣхъ людей, безъ греко-латинскаго изъятія какихъ либо народовъ. Не обѣгая высказывать подобныя пожеланія, я имѣю въ виду показать тѣ концы, до которыхъ можетъ доходить мысль, проникшаяся идеями промышленнаго строя, несомнѣнно захватывающаго понемногу весь міръ. Въ этихъ концахъ видно много разнообразія, помимо войнъ и равенства общихъ правъ народовъ и государствъ, такъ какъ особенности цѣлыхъ странъ, національныя и индивидуальныя, всегда останутся и украсятъ жизнь больше, чѣмъ при господствѣ «меча» и «злата».

[59] Единство Россіи, почти единовременно наступившее единство Франціи и Англіи и недавно наступившее единство Италіи, Германіи и Японіи служатъ доказательствомъ справедливости этого стремленія. А Китай сталъ единымъ еще раньше всѣхъ, въ чемъ его главная сила. Не объединившаяся же Индія пала предъ горстью пришельцевъ.

[60] Составленіе въ 1890 и 1891 гг. общаго таможеннаго тарифа [30], порученное покойному Министру Финансовъ И. А. Вышнеградскому, велось такъ: сперва поручено было многимъ отдѣльнымъ ученымъ составить обзоры отдѣльныхъ отраслей промышленныхъ дѣлъ, затѣмъ составленъ былъ, при участіи немногихъ назначенныхъ лицъ, общій планъ и обсужденъ въ цѣломъ и частяхъ проектъ тарифа, который затѣмъ разобранъ въ большой комиссіи, содержащей представителей всѣхъ вѣдомствъ и выборныхъ лицъ отъ торговопромышленныхъ учрежденій, а по исправленіи разсмотрѣнъ пунктъ за пунктомъ въ Государственномъ Совѣтѣ, послѣ чего и удостоился утвержденія Государемъ Императоромъ. Можно только сожалѣть, что масса затраченнаго при этомъ полезнѣйшаго труда не явилась въ свѣтъ, чтобы свидѣтельствовать, какъ внимательно обсуждался каждый отдѣльный предметъ.

[61] Изъ данныхъ для 1892, 1893 и 1894 гг. о цѣнѣ ввоза [13] и о количествѣ таможенныхъ сборовъ видно, что они составляютъ около 34% общей цѣнности, причемъ чай [27] даетъ наибольшій сборъ. Въ 1890 г. ввезено товаровъ на 416 м. р., а таможеннаго съ нихъ сбора получено 141 м. р., т. е. тоже 34%. Въ С. А. С. Штатахъ и въ Аргентинѣ отношеніе почти такое же.

[62] Неумѣренно большія пошлины всегда уменьшаютъ ввозъ и сокращаютъ таможенные доходы, возбуждая контрабанду. Пошлины же 1891 г. повели къ увеличенію ввоза и дохода.

	Въ 1889 г.	1890 г.	1894 г.	1895 г.
	Мил. руб. кред			
Ввозъ	393	384	515	489
Таможен. доходъ.	123	117	176	185

[63] Напр., нефтяной, мануфактурной, свеклосахарной, винокуренной и т. п., установившимся въ предшествующее 1891 г. время.

въ Россіи, благодаря естественнымъ запасамъ страны [64]; д) однако довольно крупно облагаетъ предметы роскоши [65] и е) предметы мелкаго и дробнаго потребленія зажиточнѣйшихъ классовъ и могущіе приносить государству косвенный доходъ, какъ акцизы [66], и притомъ ж) предметы первой потребности, подобные хлѣбу, овощамъ и т. п. оставилъ безъ всякаго оклада, сохранивъ взиманіе (введенное въ 1877 г.) таможенныхъ пошлинъ золотомъ. Все это раскрыло возможность расширять русскую промышленность и закрѣпило рядъ прежде предпринятыхъ мѣропріятій. Русское правительство, само владѣя многими заводами и фабриками [67] и получая отъ промышленныхъ оборотовъ страны главные источники своихъ доходовъ, содѣйствуетъ промышленному росту страны не только установленіемъ таможеннаго покровительства, не только всѣми мѣрами, упрочивающими правильное теченіе гражданской жизни, но и заботами о умноженіи путей сообщенія, о распространеніи знаній, объ удешевленіи и обезпеченіи промышленнаго и торговаго кредита и вообще о благоустройствѣ и благосостояніи фабрикъ и заводовъ. Здѣсь неумѣстно входить въ подробности относящихся сюда мѣропріятій, хотя бы за одно послѣднее время, но необходимо съ полною опредѣленностію высказать слѣдующую общую мысль: судьбы промышленности, какъ выраженія экономическаго быта страны, столь же глубоко зависятъ отъ сознательныхъ правительственныхъ мѣропріятій, какъ и охрана страны, ея просвѣщеніе и развитіе въ ней условій всей гражданской жизни.

Что касается до зависимости промышленности отъ путей сообщенія, то она понятна сама собою, такъ какъ подвозъ сырья и вывозъ готовыхъ товаровъ опредѣляютъ начало и конецъ всякаго заводско-фабричнаго промышленнаго предпріятія. При томъ здѣсь весьма важны всѣ роды путей сообщенія, начиная отъ океанскихъ, по которымъ преимущественно совершается всемірная торговля, до мелкихъ грунтовыхъ дорогъ, сообщающихъ промышленныя заведенія съ окрестными поселеніями. Поэтому, развитіе промышленности очень тѣсно связано съ благоустройствомъ (дешевизною, удобствомъ и скоростію) какъ водяныхъ, такъ и сухопутныхъ сообщеній. Притомъ для дешевыхъ товаровъ особо важны водяные пути, какъ наиболѣе легко доступные для дешевизны, а для товаровъ цѣнныхъ (какъ для спѣшныхъ, напр. фрукты, молоко, мясо) особенно важны желѣзныя дороги, какъ быстрѣйшій способъ перевозки, потому что долговременное пребываніе въ пути удлиняетъ срокъ возврата капитала, и чрезъ то повышается стоимость. Чѣмъ болѣе оживляется промышленность края, тѣмъ усиленнѣе совершается въ немъ передвиженіе людей и товаровъ, такъ что о состояніи промышленности страны можно до нѣкоторой степени судить по состоянію (длинѣ путей, числу поѣздовъ и т. п.) ея путей сообщенія. Это столь общеизвѣстно, что не нуждается въ численныхъ примѣрахъ [68]. Рос-

---

[64] Такъ, тарифъ 1891 г. сталъ особо покровительствовать тувемному производству хлопка, виноградныхъ винъ, соды, канифоли и т. п.

[65] Напр., кружева, галантерейные товары, утонченные съѣстные припасы, подобные тюрбо, омарамъ и т. п.

[66] На чай, кофе, шеколадъ и т. п. тропические продукты пошлины сохранены, потому что увеличеніе доходовъ не имѣлось въ виду при пересмотрѣ тарифа 1891 г., и если доходъ сталъ расти, то лишь потому, что внутренній достатокъ и спросъ увеличились. Нельзя не обратить вниманія на то, что изъ жизненныхъ (съѣстныхъ) припасовъ Россія ввозитъ исключительно предметы далеко не первой необходимости (напр., чай, табакъ, фрукты), а потому и таможенные на нихъ оклады можно держать высокими. Они въ самомъ дѣлѣ и составляютъ около 73% ихъ стоимости и составляютъ около $^1/_3$ всѣхъ таможенныхъ доходовъ. Фабричныя же издѣлія (ткани, машины и т. п.) несутъ нынѣ въ среднемъ пошлину около 27% (а въ 1869 г. около 9%) и доставляютъ около 20% таможенныхъ доходовъ.

[67] Таковы напр. казенные желѣзные и сталедѣлательные заводы, броневые, ружейные, патронные, пороховые и т. п.

[68] Замѣтимъ, однако, что съ развитіемъ промышленности и желѣзныхъ дорогъ за послѣдніе годы товарное движеніе Россіи, какъ и всѣ ея обороты, сильно возрастаютъ. Такъ, напр., длина желѣзныхъ дорогъ въ 1882 г. была равна $22^1/_2$ тыс. верстъ и перевозилось по нимъ около 500 милліардовъ пудо-верстъ товаровъ (слѣдовательно на 1 верстѣ около $20^1/_2$ т. пудъ въ среднемъ), а къ 1896 г. длина достигла 40 т. в., а перевозка 1200 милліардовъ пудо-верстъ (слѣдовательно на 1 версту

сія до Петра Великаго не имѣла другихъ морскихъ выходовъ, какъ въ замерзающій Сѣверный океанъ, и хотя прошло почти двѣсти лѣтъ со времени укрѣпленія на берегахъ Балтійскаго моря и почти столько же отъ занятія береговъ Чернаго моря и Тихаго океана, но все же и понынѣ чувствуется недостаточность свободныхъ морскихъ окраинъ для такой страны, какъ наша, особенно по той причинѣ, что Балтійскіе порты, какъ и выходы изъ Балтійскаго моря, замерзаютъ въ суровыя зимы, выходъ изъ Чернаго моря запертъ Константинопольскимъ и Дарданелльскимъ проливами, Тихій же океанъ очень удаленъ отъ коренной Россіи. При такомъ стеченіи условій, кромѣ заботъ о всеобщемъ мирѣ, позволяющемъ вести прочную торговлю чрезъ Зундъ и Дарданеллы, и кромѣ возможнаго улучшенія морскихъ портовъ, остается приложить усиленныя заботы объ удобствахъ подвозки къ берегамъ Чернаго и Балтійскаго морей и Тихаго океана. Современную намъ эпоху должно считать въ этомъ отношеніи только продолженіемъ созданія основныхъ желѣзнодорожныхъ сообщеній, если Великая Сибирская дорога еще строится, если въ огромномъ Закавказьи только одна колея соединяетъ Каспійское море съ Чернымъ, если громадный Восточный край еще не сообщается прямыми рельсовыми путями съ Чернымъ моремъ и если желѣзная дорога къ берегамъ Сѣвернаго океана только зачинается. Нельзя требовать, чтобы въ этомъ отношеніи Россія шла еще быстрѣе, чѣмъ это дѣлается волею ея Верховной Власти, и нельзя не видѣть, что недостатокъ свободныхъ сообщеній съ океанами и желѣзнодорожныхъ путей сообщенія находится въ тѣснѣйшей связи съ недостатками промышленнаго развитія [69]. Громадная система естественныхъ (по рѣкамъ и озерамъ) и искусственныхъ (по каналамъ и шлюзовымъ сооруженіямъ) водяныхъ путей сообщенія Европейской Россіи и Сибири могла бы оказывать гораздо большее значеніе на ходъ всей нашей промышленности, если бы зимніе холода не прекращали удобствъ сплавной доставки. Если сверхъ того добавить, что, за небольшимъ числомъ превосходно устроенныхъ (шоссированныхъ) главныхъ грунтовыхъ дорогъ, большинство остальныхъ находится почти въ первобытномъ состояніи, то станетъ понятною невозможность въ прошломъ и настоящемъ русской промышленности встать на уровень, отвѣчающій естественнымъ запасамъ, скопившимся во многихъ краяхъ Россіи. Годъ отъ года дѣло внутреннихъ сообщеній улучшается, вмѣстѣ съ тѣмъ возрастаетъ и внутренняя промышленность, такъ какъ ихъ связь чрезвычайно тѣсна. А когда сверхъ того будутъ приложены достаточныя усилія для обзаводства своимъ торговымъ флотомъ, нынѣ ничтожно малымъ для размѣровъ Россіи и ея морскихъ береговъ, что неизбѣжно свяжется съ ростомъ обо-

---

30 т. пуд.). По Волгѣ въ 1885 г. перевезено на судахъ 300 мил. пудовъ товаровъ, плотами 64 м. пуд, а въ 1895 г. 564 м. пуд. судами и 226 м. п. плотами. Можно вообще утверждать, что годовое возрастаніе грузовой перевозки въ Россіи за послѣднее время превосходитъ въ среднемъ 5%, тогда какъ годовая прибыль населенія менѣе 1%, что явно указываетъ на возрастаніе потребленія и производства и можетъ до нѣкоторой степени служить численнымъ мѣриломъ возрастанія общаго средняго благосостоянія, которое видимо отчасти уже и въ ростѣ государственныхъ доходовъ.

[69] Желѣзныя дороги въ 60 и 70-хъ годахъ у насъ строились преимущественно для цѣлей охраны страны и для вывоза хлѣба, хотя ему болѣе всего отвѣчаютъ болѣе дешевые водные пути сообщенія. Только потомъ стали принимать во вниманіе промышленные интересы, съ которыми у желѣзныхъ дорогъ очень много общаго, начиная съ массы желѣза и машинъ и кончая обезпеченіемъ движенія въ обѣ стороны. А такъ какъ даже для начальной эпохи повсемѣстнаго развитія промышленности особо важна дешевизна доставки дешеваго сырья, подобнаго рудамъ, топливу, лѣсу, камню, извести и т. п., то единовременно съ заботами о развитіи желѣзныхъ дорогъ особую важность имѣютъ нынѣ заботы о водныхъ путяхъ сообщенія, которыми природа надѣлила нашу страну въ достаточномъ изобиліи. Они требуютъ своихъ затратъ на регулированіе, примѣръ котораго представляютъ Эльба, Рейнъ, Рона и другія рѣки Зап. Европы и С. Америки. Не только Волга и ея притоки, но и Донъ, особенно же С. Донецъ (по массѣ каменныхъ углей, на немъ находящихся) и Днѣпръ (съ его порогами) настоятельно требуютъ капитальныхъ сооруженій, чтобы усилить и облегчить движеніе по нимъ грузовъ. Изъ портовъ особенно важны, по мнѣнію моему, азовскіе, мелкота которыхъ сильно затрудняетъ нагрузку. Запруда Керченскаго пролива, повидимому, легче всего могла бы устранить этотъ недостатокъ.

ротовъ внѣшней нашей торговли, тогда только экономическая и промышленная будущность нашей страны совершенно обезпечится, ибо въ наступающую для всего міра промышленную эпоху (§ 1) благосостояніе и независимое могущество страны должны опредѣляться исключительно развитіемъ промышленности и торговли, какъ внутренней, такъ и внѣшней, потому что ими долженъ опредѣлиться братолюбивый бытъ всего міра. А такъ какъ развитіе всей промышленности и торговли многообразно связывается, какъ на первыхъ ступеняхъ, такъ и на своихъ высшихъ, со степенью образованности странъ, то естественно обратить за симъ вниманіе на эту сторону государственныхъ отношеній. Знанія, понимаемыя въ смыслѣ научно обобщеннаго запаса свѣдѣній всякаго рода, а особенно касающихся взаимнаго отношенія людей и природы вещей, необходимѣе народу въ эпоху развитія фабрично-заводской промышленности, чѣмъ при господствѣ сельскохозяйственной промышленности, не говоря о патріархальной. Въ эти эпохи настоятельно необходимы простая подражательность или слѣдованіе примѣрамъ и та совокупность безсознательнаго отношенія къ людямъ и вещамъ, которую можно назвать инстинктивною. Въ эти эпохи, отвѣчающія дѣтству народовъ, люди остаются ближе къ первоначальной своей природѣ и только постепенно удаляются отъ простыхъ животныхъ инстинктовъ и потребностей, имѣя въ виду главнымъ образомъ тѣ или иныя формы личнаго удовлетворенія и наслажденія. Даже въ наукѣ ищутъ тогда не саму по себѣ абсолютную истину, а удовлетвореніе созерцательныхъ наклонностей, одной красоты или своеобразнаго построенія. Но въ эти эпохи, хотя господствуетъ рутина, слагаются понятія гражданственности, труда, долга, правъ и обязанностей, которыя сложнымъ и часто непослѣдовательнымъ образомъ, такъ или иначе, примиряются съ воинственными наклонностями, съ господствомъ силы, съ рабствомъ, съ пренебрежительнымъ отношеніемъ къ другимъ народамъ и къ другимъ привычкамъ, а главное съ презрительнымъ отношеніемъ къ труду и умственнымъ высокомѣріемъ. Разумность во всѣхъ этихъ отношеніяхъ развивается лишь постепенно, и нельзя не признавать, что ея господство происходитъ болѣе всего отъ господства христіанскихъ началъ жизни, отъ столкновенія сословныхъ интересовъ и отъ той невозможности продолжать въ безконечность патріархальный образъ жизни, которая зависитъ отъ умноженія людей и отъ постепеннаго покоренія ими природы, что и влечетъ за собой подъ конецъ наступленіе эпохи, называемой промышленною. Въ эту эпоху порывомъ требованіемъ и долгомъ невольно становится общій согласный трудъ (вмѣсто—наслажденія), на первое мѣсто выступаетъ (вмѣсто—инстинкта) сознательная разумность частей и цѣлаго и въ первый разъ реально выступаютъ стремленія къ миролюбію и общему образованію. Польза послѣдняго дѣлается очевидною особенно потому, что дѣятельность людей разнообразится до безконечности, ихъ взаимная зависимость явно выступаетъ и отъ природы все труднѣе и труднѣе становится пріобрѣтать все необходимое. Оттого потребность возможнаго распространенія на всѣхъ людей благъ просвѣщенія выступила только вмѣстѣ съ развитіемъ промышленнаго строя. При немъ, сверхъ того, впервые возникли: связь между высшими частями знаній (такъ называемою «чистою» или абстрактною наукою) и пользою (технически-промышленною дѣятельностію) людей, потребность въ созданіи высшихъ учебныхъ заведеній для спеціальнаго изученія промышленныхъ знаній (сельскохозяйственныхъ, горныхъ и всякихъ техническихъ) и тѣ виды школъ, которыя называютъ профессіональными и реальными, которыхъ древность не знала и не имѣла. Здѣсь неумѣстно развитіе многихъ понятій, сюда относящихся, но неизлишне обратить вниманіе на то, что распространеніе научно-техническихъ познаній лишь въ самое послѣднее время становится такою же настоятельною потребностію, какая давно чувствуется и въ отношеніи ко множеству другихъ отраслей человѣческихъ свѣдѣній, напримѣръ географическихъ, математическихъ, физическихъ и т. п.

Въ Россіи первыя школы и книги — это и суть простѣйшіе способы распро-

страненія знаній — имѣли преимущественно характеръ религіозно-духовный. Отсюда объясняется одна характерная черта, проходящая весь нашъ народъ, все наше просвѣщеніе. Затѣмъ слѣдовали школы преимущественно военныя, согласныя съ великою потребностію страны, давшей первоклассныхъ воителей. Возникшія рядомъ съ тѣми и другими общеобразовательныя или гражданскія учебныя заведенія стали носить и продолжаютъ распространять тотъ видъ западно-европейскаго просвѣщенія, который ввелъ Россію въ среду образованныхъ странъ Запада, далъ намъ своихъ писателей, художниковъ и ученыхъ и создалъ русскую литературу, могущую уже, несмотря на относительную молодость, соперничать съ западно-европейскою во многихъ отношеніяхъ. Техническое, промышленное и торговое, а также и всенародное начальное образованіе Россіи возникло лишь позднѣе, далеко не окрѣпло, не достигло самобытности, почти лишено своей литературы и очевидно стоитъ еще на очереди. Въ нашу эпоху, когда промышленность начинаетъ занимать должную и чрезвычайно важную роль въ жизни всей страны, особо ощутителенъ недостатокъ въ широкомъ и самостоятельномъ развитіи промышленнаго образованія, которое нельзя никоимъ образомъ смѣшивать съ профессіонально-ремесленнымъ и которое неизбѣжно должно лишь слѣдовать (не замѣнять) за общимъ образованіемъ, зависящимъ отъ такъ называемыхъ среднихъ учебныхъ заведеній, потому что вся промышленность опирается на совокупность условій образованности. По мнѣнію моему, промышленное образованіе (сельскохозяйственное, лѣсное, горное, инженерное и чистотехническое), потребное нашей странѣ, особенно выиграетъ, если взойдетъ въ видѣ спеціальнаго факультета (какъ медицинское или юридическое) въ наши университеты. Встрѣча въ нихъ разнороднѣйшихъ спеціальностей ведетъ къ тому, что университетскіе курсы даютъ самую большую широту образованію. Почти полный пропускъ промышленнаго образованія въ университетахъ опредѣляется тѣмъ, что они возникли по образцамъ, создавшимся въ эпоху, когда строй-но-обоснованныхъ промышленныхъ знаній не существовало и когда на все промышленное большинство образованнѣйшихъ людей смотрѣло съ высока. Медицинѣ открыты двери университетовъ съ-издавна и очень широко—какъ и слѣдуетъ, а пользы для страны отъ университетовъ можно ждать еще большей, когда для здоровыхъ промышленныхъ потребностей столь же широко раскроютъ эти двери, и когда рядомъ съ клиниками и музеями университетовъ возникнутъ при нихъ свои лабораторіи и техническія учебныя мастерскія, гдѣ создастся, въ связи съ общимъ образованіемъ, свое высшее, самостоятельно-промышленное просвѣщеніе. Какъ медицина разбивается въ жизни на безконечный рядъ спеціальностей, требующихъ однако не только общаго средняго образованія, но и общаго спеціально-медицинскаго, такъ и промышленность, не смотря на рядъ ея спеціальностей (сельскохозяйственной, лѣсной, горной, инженерной и фабрично-заводской), требуетъ общаго спеціально-промышленнаго образованія. Оно можетъ дать духъ, тонъ, самобытность всему нашему промышленному строю, что не подъ силу отдѣльнымъ высшимъ учебнымъ заведеніямъ, подобнымъ сельскохозяйственнымъ, лѣснымъ, горнымъ и технологическимъ институтамъ, тѣмъ болѣе, что въ каждомъ спеціальномъ промышленномъ дѣлѣ необходимо имѣть также въ виду всѣ исчисленныя отрасли промышленности и ихъ взаимную связь, какъ для акушера или хирурга необходимо имѣть общее медицинское образованіе. Связь же подъ кровлей университетовъ промышленной спеціальности съ математическою, естественно-историческою, юридическою и т. п. должна послужить не только къ широтѣ общаго высшаго образованія и къ выгоднымъ результатамъ нашего промышленнаго роста, но и къ постановкѣ на должную высоту нашей промышленной самостоятельности. Мысль, здѣсь высказываемая мною, постепенно проникающая и въ Западной Европѣ, вовсе не исключаетъ потребности въ спеціальныхъ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеніяхъ, а отвѣчаетъ лишь потребности обдуманно расширять до возможныхъ предѣловъ

тотъ родъ промышленнаго образованія, который по духу предстоящаго времени неизбѣжно долженъ расширяться. Не касаясь потребностей въ профессіонально-техническихъ школахъ, подобныхъ, для медицины, фармацевтическимъ или фельдшерскимъ, считаю необходимымъ указать на то, что наша литература весьма небогата какъ общими промышленными сочиненіями, такъ и самостоятельными спеціально-техническими. Въ общей, стройно-научной энциклопедіи промышленности Россія нуждается, особенно нынѣ, весьма сильно, но ея созданіе не по силамъ отдѣльному лицу, тѣмъ болѣе, что у насъ много своеобразности во всѣхъ ея отрасляхъ и размѣры подобнаго сочиненія должны быть очень велики. Доступнѣе освѣщеніе отдѣльныхъ областей. Предлагаемое сочиненіе имѣетъ цѣлію удовлетвореніе первымъ или начальнымъ сторонамъ этой потребности въ отношеніи къ фабрично-заводской промышленности, въ тѣхъ размѣрахъ, какіе я считаю возможными для личныхъ моихъ усилій. Чѣмъ болѣе людей поймутъ какъ народно-хозяйственные интересы, такъ и научно-техническіе пріемы заводско-фабричныхъ производствъ, тѣмъ быстрѣе могутъ достигнуться тѣ общеполезные результаты, которые отвѣчаютъ задачамъ, преслѣдуемымъ въ промышленную эпоху жизни людей. Россія, по всей ея современности, быстро входитъ въ такую эпоху, и мнѣ, по мѣрѣ моихъ силъ, желательно содѣйствовать по возможности уясненію русскаго сознанія о важнѣйшихъ сторонахъ заводско-фабричной промышленности. Но такъ какъ при изложеніи этого предмета необходимо постоянно опираться не только на совокупность экономическихъ или хозяйственныхъ свѣдѣній, отличающихся общедоступностію, но и на данныя механики, физики, химіи и др. отраслей естествознанія, а, оставаясь по возможности краткимъ, нельзя входить въ объясненіе началъ этихъ наукъ, то я по необходимости принужденъ прямо примѣнять, гдѣ должно, свѣдѣнія изъ указанныхъ наукъ, хотя и стараюсь ограничиться лишь элементарными ихъ частями [70]. Замѣчу еще по отношенію къ связи фабрично-заводскихъ предпріятій съ истинными, т.-е. сознательными научными знаніями, отъ которыхъ ясно должно отличать простую подражательность [71], что они не только совершенно неизбѣжны для руководителей дѣла (хозяевъ предпріятій, управляющихъ, мастеровъ и т. п.), чтобы они могли преодолѣвать всюду встрѣчающіяся трудности, постепенно улучшать свое производство, видоизмѣнять его сообразно съ временными и мѣстными обстоятельствами и избѣгать напрасныхъ тратъ труда и матеріаловъ (т.-е. дѣлать предпріятіе болѣе выгоднымъ), но они не менѣе полезны и для всѣхъ участниковъ дѣла, если они имѣютъ стремленіе разумно отнестись къ своимъ дѣйствіямъ и самимъ стать двигателями фабрично-заводской дѣятельности своей страны. Не должно забывать, что «плохъ тотъ солдатъ, который не стремится сдѣлаться генераломъ», что въ заводско-фабричныхъ дѣлахъ чрезвычайно часто, начиная со Стефенсона, простые рабочіе, узнавъ суть своего дѣла, становятся руководителями крупнѣйшихъ промышленныхъ предпріятій и творцами новыхъ ихъ отраслей. Мало того, должно думать, что высшій уровень фабрично-заводской дѣятельности (то-есть ея наибольшая цѣлесообразность, а потому и наибольшая ея выгодность, или полученіе полезныхъ предметовъ съ наименьшею тратою труда) будетъ достигаться только

---

[70] Мнѣ сперва казалось, что я могу часто ссылаться на свое сочиненіе «Основы химіи», но потомъ я убѣдился, что это представляетъ свои неудобства, тѣмъ болѣе, что мѣстами необходимы нѣкоторыя подробности изъ органической и аналитической химіи, а потому я задался предположеніемъ, что читателю извѣстны лишь общія химическія основанія, излагать которыя, какъ элементарныя части изъ физики или механики, было бы неумѣстно въ составляемой мною книгѣ.

[71] Приводить простое описаніе того, что мнѣ извѣстно, или одни рецепты, какъ поступать и сколько чего брать, мнѣ кажется мало поучительнымъ. Задача моя — въ примѣрахъ показать, какъ должно, по моему мнѣнію, самостоятельно относиться къ задачамъ, представляющимся на фабрикахъ и заводахъ, какіе и какъ научныя и хозяйственныя стороны дѣла связаны между собою, и если мнѣ бы удалось такое изложеніе, я бы считалъ, что не напрасно приложилъ къ нему остатки своихъ силъ и отрывки своего досуга.

тогда, когда всѣ, до послѣдняго, участники производства будутъ сознательно относиться къ нему, во всѣхъ его отдѣльныхъ частяхъ. Если всякій развитой промышленникъ цѣнитъ въ рабочемъ даже простую грамотность, зная, что она можетъ быть тысячекратно полезна для дѣла, то кольми паче важно, чтобы рабочіе понимали цѣлое въ сложныхъ заводско-фабричныхъ пріемахъ и могли относиться къ нимъ совершенно сознательно, что и желательно достичь при изложеніи предмета, которому посвящается это сочиненіе.

Однако, при сужденіи о развитіи промышленности въ данной странѣ, кромѣ естественныхъ ея запасовъ, кромѣ достаточности густоты ея населенія, кромѣ правительственныхъ мѣропріятій, кромѣ путей сообщенія и даже кромѣ степени накопленія правдивыхъ знаній о природѣ вещей и ихъ приложеніи къ дѣлу промысловъ — необходимо принять во вниманіе еще два чрезвычайно вліятельныхъ обстоятельства, а именно, достаточную предпріимчивость (инициативу) отдѣльныхъ лицъ и тѣсно съ нею связанную оборотливость капитала въ странѣ, такъ какъ безъ этихъ условій всѣ иныя мало достаточны для устройства промышленныхъ предпріятій, потому что они требуютъ всегда извѣстной степени доброй воли, порыва или риска и свободнаго капитала. Безъ риска не обходится даже охотникъ, у котораго не можетъ быть полной увѣренности въ успѣхѣ предпринятой охоты. У земледѣльца, особенно при интензивной культурѣ разнообразныхъ растеній и при разведеніи разнороднаго скота, увѣренности дѣйствій больше, чѣмъ у охотника, но рискъ—неурожаевъ и т. п.—всегда существуетъ и въ дѣйствительности очень великъ, если на продукты земледѣлія стоятъ цѣны, какъ нынѣ, едва окупающія трудъ. Въ промышленныхъ предпріятіяхъ, какъ наиболѣе сложныхъ и зависящихъ отъ множества обстоятельствъ, особенно при закупкѣ сырья и при сбытѣ готоваго товара, рискъ предпринимателя — неизбѣженъ, и тѣмъ въ большей мѣрѣ, чѣмъ шире совершаемое дѣло. Современный, преимущественно капиталистическій, порядокъ веденія фабрично-заводскихъ предпріятій ведетъ къ тому, что инициатива, рискъ выгодъ или убытковъ и стройное согласованіе техническихъ и торговыхъ пріемовъ производства — падаютъ на капиталистовъ, т.-е. въ сущности на людей осторожныхъ и бережливыхъ, если они, имѣя избытки средствъ, умѣютъ ихъ удерживать. Въ этомъ сказался разумъ соціальныхъ отношеній. Обезпечивая заработокъ всѣхъ другихъ участниковъ, онъ требуетъ отъ капиталистовъ совершенно исключительныхъ склонностей и способностей видѣть вдаль, начинать и рисковать, за что естественнѣйшимъ образомъ предоставляется и право пользоваться могущими быть выгодами, потому что иначе не было бы личныхъ мотивовъ искать, начинать и рисковать. Здѣсь особенно важно отношеніе между интересомъ помѣщенія капитала въ разные виды предпріятій. Если бы фабрики и заводы давали въ среднемъ выводѣ меньшій процентъ интереса, чѣмъ помѣщеніе капиталовъ въ государственныя предпріятія, конечно, не могло бы существовать стремленія капиталистовъ заводить фабрики и заводы, потому что и риска здѣсь больше, и весь предстоящій трудъ — согласить техническую сторону съ торговою—много сложнѣе. Еще недавно Россія по своимъ займамъ платила 6 и болѣе процентовъ, а развитію внутренней заводско-фабричной промышленности не помогала, впуская иностранные товары съ ничтожными таможенными пошлинами. Тогда могли существовать лишь тѣ фабрики и заводы, которые или давали большой относительный доходъ капиталу, или были устроены ранѣе, что и не могло вести къ умноженію промышленности, а потому страна наша не богатѣла и ея ростъ остановился. Съ 80-хъ годовъ дѣло измѣнилось не только со стороны господства поощрительнаго протекціонизма, но и со стороны постепеннаго уменьшенія процентовъ по государственнымъ займамъ, которые спустились до $3-4\%$, что и открыло доступъ капиталамъ къ дѣлу заводовъ и фабрикъ [72]. Но все

[72] Въ доказательство достаточно указать на то, что въ 1895 г. однихъ частныхъ торгово-промышленныхъ акціонерныхъ предпріятій въ Россіи разрѣшено слишкомъ на 100 м. р. Число это далѣе, особенно по мѣрѣ пониженія процентовъ по займамъ, должно еще умно-

же и понынѣ у насъ очевиденъ малый запасъ иниціативы и предпріимчивости, зависящій не столько отъ недостатковъ [73] въ капиталахъ (сбереженіяхъ), сколько — по мнѣнію моему — отъ недостаточнаго пониманія фабрично-заводскихъ дѣлъ, опредѣляемаго съ одной стороны тѣмъ недавнимъ прошлымъ строемъ нашей экономической жизни, который можно назвать сельско-хозяйственно-патріархальнымъ или помѣщичьимъ, а съ другой господствующимъ направленіемъ нашего образованія, опирающагося на классическое резонерство и на подготовку къ служебной, зависимой дѣятельности, а не къ реальной самостоятельности, неизбѣжно необходимой для промышленной иниціативы. Помочь разъясненію самосознанія въ отношеніи къ передовой роли фабрикъ и заводовъ — составляетъ одну изъ цѣлей предлагаемой книги. И если она можетъ помочь въ дѣлѣ привлеченія русскаго вниманія къ промышленнымъ дѣламъ, то лишь тѣмъ, что я, разбирая примѣры нѣкоторыхъ видовъ фабрично-заводскихъ предпріятій, не только стараюсь передать техническую ихъ сущность, но и направляю вниманіе читателей на чисто хозяйственныя стороны этихъ дѣлъ, показывая, на сколько это возможно и мнѣ доступно, основные элементы разсчетовъ въ избранныхъ примѣрахъ. Поступая такъ, я имѣю въ виду прежде всего — возбудить охоту къ дѣлу заводовъ и фабрикъ, такъ какъ въ нихъ вижу новый будущій ростъ и все развитіе родной страны, ея богатство и могущество.

§ 3. Причину распространенія во всемъ мірѣ фабрикъ и заводовъ, т. е. передѣлки массы сырья въ потребные товары путемъ совмѣстныхъ усилій многихъ дѣятелей и разнообразныхъ соотвѣтственныхъ машинъ и иныхъ приборовъ, составляютъ, въ принципѣ, только, во-первыхъ, то, что, по мѣрѣ развитія людей, ихъ требованія, привычки и вкусы становятся достаточно однообразными, допускающими распространеніе однородныхъ товаровъ, къ производству коихъ и приспособляются эти заведенія, и, во-вторыхъ, то, что путемъ фабрикъ и заводовъ (вслѣдствіе раздѣленія труда) сберегается количество затрачиваемаго труда, а чрезъ это продуктъ дешевѣетъ, хотя являются особыя выгоды предпринимателя, затрудняется скопленіе (подвозъ) сырья и распредѣленіе продукта и для устройства требуются крупныя предварительныя затраты. Распредѣленіе, всегда условное и болѣе или менѣе произвольное, выгодъ между капиталомъ, организаціоннымъ и всякимъ инымъ трудомъ, дѣйствующимъ въ дѣлѣ, важное для участниковъ, имѣетъ свое особое значеніе, но не касается существа пользы фабрично-заводской промышленности, которая всегда и повсюду основывается на добровольномъ соглашеніи и свободномъ обмѣнѣ услугъ и опирается не на борьбу, силу или зависимость, а на согласное единство стремленій многихъ участниковъ и на удовлетвореніе существующихъ широкихъ народныхъ потребностей. Заводы и фабрики своею неизбѣжною согласною и разумною организаціею содѣйствуютъ тому, что люди, и помимо баталіоновъ, привыкаютъ дѣйствовать дружно и всегда обдуманно (это выражается въ словѣ «промышленность», происходящемъ отъ «мышленія») въ достиженіи общихъ цѣлей и въ удовлетвореніи своихъ потребностей. Такое понятіе о причинѣ распространенія и цѣляхъ заводовъ и фабрикъ, за которыя никакъ нельзя считать однѣ личныя выгоды предпринимателей, вытекаетъ изъ того, во-первыхъ, что мыслимы—даже существуютъ — заводы и фабрики, выгодъ предпринимателямъ не приносящіе, напр. казенные или устраиваемые на артельныхъ началахъ не для продажи продуктовъ, а только для ихъ выработки; во-вторыхъ, ничтожно малая выгода на отдѣльномъ предметѣ, напр., на аршинѣ ткани или на фунтѣ изготовляемыхъ гвоздей (обыкновенно она много менѣе

житься, постепенно усиливая въ Россіи промышленный строй, а чрезъ него и накопленіе въ народѣ благосостоянія и богатства.

[73] Недостатокъ капиталовъ восполняется кредитомъ, открываемымъ на существующія цѣнности всякаго рода. Банковыя дѣла этого рода, особенно невысокій процентъ подъ залогъ домовъ, земель, товаровъ и т. п. или прямо на личный кредитъ и за учетъ векселей столь очевидно вліяютъ на возможность затраты капиталовъ на фабрики и заводы, что я не считаю надобнымъ особо останавливаться на этомъ сложномъ предметѣ.

выгоды розничной торговли), можетъ приносить предпринимателю большой барышъ, если число изготовляемыхъ въ данное время предметовъ велико, такъ что, въ практическомъ отношеніи, т. е. въ цѣнахъ товаровъ выгода предпринимателя имѣетъ сама по себѣ ничтожное процентное значеніе и, въ третьихъ, самое понятіе о цѣнѣ товаровъ, особенно когда идетъ рѣчь не о единичныхъ предметахъ, а о многочисленныхъ произведеніяхъ фабрикъ и заводовъ, вездѣ тамъ, гдѣ есть достаточно развитое соревнованіе (конкурренція), включаетъ въ себѣ преимущественно понятіе о количествѣ труда, затраченнаго на ихъ приготовленіе. Это послѣднее полезно уяснить, а потому обратимся къ примѣру. Если примемъ, что въ нормѣ пудъ золота стоитъ 20,000 руб., а пудъ каменнаго угля 10 коп., — что недалеко отъ дѣйствительности,—то это, въ сущности, значитъ, что сумма труда, употребляемаго для полученія пуда золота, въ 200,000 разъ больше, чѣмъ для пуда каменнаго угля, считая при этомъ, конечно, не только одинъ трудъ добычи [1], но и труды, сопряженные съ отысканіемъ мѣсторожденія, его подготовкою, заготовкою машинъ, подвоз-

---

если на основаніи этого разсчесть цѣну пуда кам. угля, полагая выработку каждаго рабочаго въ обоихъ случаяхъ одинаковою, то окажется, что пудъ угля долженъ стоить около 6 коп. (такъ какъ 6 коп. относится къ 20000 руб., какъ 1 къ 343000). По даннымъ Отчета (l. c. стр. 53) дѣйствительно на мѣстахъ добычи цѣна кам. угля была отъ 4 до 7 коп., а средняя, безъ сомнѣнія, близка къ 6 коп. Это и доказываетъ, что цѣна вещей опредѣляется работою и трудомъ, на нихъ потраченными. Цѣна труда иногда спрятана въ цѣну предварительныхъ затратъ, купленнаго сырья и т. п., но и ихъ цѣна опредѣляется потраченнымъ трудомъ, а потому должно принять, что нормою цѣнности массовыхъ товаровъ служитъ затраченный трудъ. Усложняющихъ обстоятельствъ много, но они не должны препятствовать признанію этого немаловажнаго общаго начала, которое освѣщаетъ очень многіе предметы и даетъ, въ вѣкъ труда, новую опору увѣренности въ его силѣ и значеніи. При этомъ я не хочу замолчать о значеніи спроса и предложенія при опредѣленіи цѣнъ, но считаю необходимымъ, хотя кратко, выяснить глубокое различіе между цѣною единичныхъ и массовыхъ предметовъ. Домъ, картина, услуга, даже книга, часто и одежда, какъ лицо — единичны, индивидуализированы, и если здѣсь есть вопросъ о цѣнѣ, то онъ рѣшается спросомъ и предложеніемъ, если не абсолютно, то почти что такъ. На кускѣ угля или на монетѣ пѣтъ знаковъ обособленія, это и есть то, что я назвалъ *массовымъ товаромъ*. Различаютъ сорты угля, различаютъ пробу золота, но пудъ золота или пудъ угля, при тѣхъ же качествахъ, замѣнимы совершенно другими пудами такого же товара, такъ его много, цѣлыя массы. Среди массовыхъ товаровъ неизбѣжно необходимо отличать A) товары, которые, какъ хлѣбъ, неизбѣжно необходимы, но въ опредѣленномъ количествѣ, отъ такихъ, B) которые по своей природѣ, какъ золото и кам. уголь, вовсе не нужны человѣку по его животной организаціи, а идутъ лишь въ силу сложившихся условій жизни и потребляются въ большемъ или меньшемъ количествѣ, смотря по ихъ относительной цѣнѣ и по множеству иныхъ соображеній. Разность видна изъ того, какъ Робинзонъ Крузе отнесся къ своей находкѣ золотыхъ монетъ и хлѣбныхъ зеренъ. Массовые товары разряда *A* страшно падаютъ въ цѣнѣ, когда предложеніе превышаетъ спросъ, и сильно дорожаютъ, когда ихъ недостаетъ, до того, что въ извѣстныхъ условіяхъ глотокъ воды и кусокъ хлѣба имѣютъ невѣроятно высокую цѣнность — не по личной прихоти, а по необходимости. Недостатокъ въ массовыхъ товарахъ второго разряда, *B*, конечно, возвышаетъ ихъ цѣну, но не надолго, потому что недостающее возмѣстятъ успленіемъ производства, а когда и здѣсь явится перепроизводство, конечно, цѣна падетъ, но тоже не надолго, потому что, съ одной стороны, на дешевый товаръ явятся новые покупатели (ибо животное — содержитъ только конечное,

нормѣ пудъ золота стоитъ 20,000 руб., а пудъ каменнаго угля 10 коп., — что недалеко отъ дѣйствительности,—то это, въ сущности, значитъ, что сумма труда, употребляемаго для полученія пуда золота, въ 200,000 разъ больше, чѣмъ для пуда каменнаго угля, считая при этомъ, конечно, не только одинъ трудъ добычи [1], но и труды, сопряженные съ подготовки и машинъ болѣе однородно, чѣмъ въ большинствѣ другихъ производствъ, для которыхъ разсчетъ долженъ быть гораздо сложнѣе и неизбѣжны гипотетическія допущенія. Беру именно для примѣра—изъ «Сборника статистич. свѣдѣній о горнозаводской пром. Россіи въ 1892 г.» данныя о каменномъ углѣ и золотѣ, вовсе не останавливаясь на многихъ частныхъ сторонахъ вопросовъ, сюда относящихся. Угля въ этомъ году у насъ добыто всего 424 милл. пуд., причемъ рабочихъ было 43 тыс. и, слѣдовательно, на одного рабочаго приходится около 9900 пуд. кам. угля въ годъ. Золота добыто въ томъ же году 2625 пуд., рабочихъ было 91130 чел., слѣдовательно на каждаго добыто 0,0288 пуда. Слѣдовательно одинъ рабочій въ первомъ случаѣ добываетъ, товара почти въ 343000 разъ болѣе по вѣсу, чѣмъ во второмъ. Цѣна пуда золота (мало зависитъ отъ перевозки) около 20000 руб., а

---

[1] Общую зависимость цѣны — не единичныхъ, а массовыхъ товаровъ (см. далѣе), не отъ мѣры ихъ полезности (и пріятности)—а отъ количества труда и работы, потраченныхъ для ихъ производства (что признавалъ уже Ад. Смитъ, который, однако, какъ и Рикардо, не даетъ положительныхъ, цифровыхъ доказательствъ и заволакиваетъ предметъ побочными обстоятельствами, особенно оцѣнкою самаго труда)— легко видѣть при разборѣ множества статистическихъ данныхъ. Лучше всего для этого взять продукты горныхъ промысловъ, потому что цѣны сырья тутъ въ сущности нѣтъ и участіе

кою продукта и т. п. Когда этого соотвѣтствія между количествомъ потраченнаго труда и цѣною товара нѣтъ, являются условія или для уменьшенія, или для увеличенія производства, потому что цѣнность товаровъ, по крайней мѣрѣ тѣхъ, которые свободно въ мірѣ

а человѣкъ — отчасти и безконечное, оттого на *A* грань спроса, а на *B* — нѣтъ ея), а съ другой — невыгодныя цѣны заставятъ уменьшить производство (все это по частямъ подтверждается массою статистическихъ данныхъ, которыми здѣсь неумѣстно удлинять изложеніе). Такъ и колеблются цѣны и количества производства массовыхъ товаровъ группы *B* до того, что цѣна равняется количеству потраченнаго труда. Будетъ легче добываться золото, его цѣна упасть должна, или когда имъ мѣряютъ другія цѣнности, цѣны всѣхъ другихъ товаровъ повысятся, и обратно, какъ нынѣ и есть, когда золото достается каторжнымъ и рискованнѣйшимъ трудомъ (и неудачи сочтутся въ цѣнѣ), все большимъ и большимъ — цѣна его повышается или цѣны, на золото, всѣхъ товаровъ падаютъ. Еще одно прибавлю: когда массы людей додумаются до вышеизложеннаго, такъ или иначе признаютъ, что весь смыслъ, вся прелесть, весь секретъ жизни въ трудѣ, потраченномъ на то, что другимъ надобно, настанетъ тотъ, уже предвидимый, новый мирный и всемірный поворотъ (но не переворотъ) жизни, который инстинктивно предчувствуется всѣми, начнется новѣйшая исторія. Въ двадцатыхъ столѣтіяхъ это, вѣроятно, сдѣлается, но въ XX еще едвали, потому что скорые шаги въ перемѣнѣ понятій, столь общихъ, не совершаются, да и предстоящему вѣку придется заняться приведеніемъ къ европейскимъ понятіямъ жителей Азіи и Африки, а вѣдь ихъ много и среди нихъ понятіе о цѣнности труда еще менѣе развито, чѣмъ въ промышленныхъ странахъ. Говорилось: люби другихъ, люби всѣхъ, а теперь уже надо прибавить — и трудись для нихъ, а въ промышленномъ трудѣ умѣй видѣть общія потребности. Въ отношеніи къ всему вышесказанному, считаю необходимымъ оговориться еще по вопросу о самой цѣнѣ труда. Предметъ этотъ уже изъ другой области понятій, чѣмъ цѣна вещей, такъ какъ для вещей есть внѣшнія мѣры качества и количества, а для труда (но не для работы, см. выноску 4) ихъ быть не можетъ, такъ что относительная оцѣнка труда сводится къ «распредѣленію» выгодъ (§ 1, вын. 1). Можетъ быть рѣчь только о «среднемъ трудѣ» рабочаго, о цѣнѣ его, а не объ относительной цѣнѣ разныхъ видовъ труда (и тѣмъ паче не объ отношеніи между цѣною вещей и разныхъ родовъ труда), особенно потому, что нѣкоторые виды его представляютъ такую рѣдкость, что никоимъ образомъ не могутъ быть сравнены съ трудомъ «средняго рабочаго», какъ цѣна нѣкоторыхъ единичныхъ картинъ не можетъ быть выводима изъ сравненія съ цѣною массовыхъ олеографій или съ размѣрами полотна и затратою красокъ.

обращаются и производятся большими массами, *стремится* [2] къ тому, чтобы затраченный для производства ихъ трудъ оплачивался одинаково [3]. Справедливость того положенія, что цѣль промышленныхъ производствъ состоитъ въ уменьшеніи затрачиваемаго труда, оправдывается для фабрикъ и заводовъ особенно съ той стороны, что на нихъ всегда есть много рабочихъ и всякая возможность узнать все совершаемое, а потому дѣла ихъ (пріемы, способы) бо-

[2] Покровительство, особенно возбуждающее (§ 2, вын. 56), съ двухъ сторонъ помогаетъ дѣлу правильнаго пониманія значенія труда; во первыхъ, пріучая населеніе чрезъ развитіе промышленности къ правильной оцѣнкѣ разныхъ видовъ труда; во вторыхъ, содѣйствуя увеличенію предложенія товаровъ. Сверхъ того, укажу на то, что покровительственная система С. А. С. Штатовъ и Россіи, навѣрное, послужила въ послѣднее время къ тому, что всѣ западноевропейскія государства кинулись колонизовать и Африку. Не туда такъ сюда товары и люди ищутъ сбыта, а земля, какъ цѣлое, выиграетъ, когда изъ Африки сдѣлаютъ что-то, напоминающее Америку; это приближаетъ народы къ равенству и кончится къ общему выигрышу. Затѣмъ нельзя же не обратить вниманія на то, что только съ развитіемъ промышленности люди начинаютъ понимать истинную цѣну образованія и пріучаются дѣлать отличіе между простою механическою работою и трудомъ, между поверхностнымъ, хотя бы увлекательнымъ (какъ классическія), сужденіемъ и истиннымъ знаніемъ, согласнымъ съ природою вещей и требующимъ какъ изученія, такъ и таланта, опыта и вниманія, словомъ, только при строѣ, основанномъ на совокупности сознательныхъ дѣйствій, наступаетъ должная оцѣнка людей и вещей, все полезное и общее, а не одно пріятное и личное получаетъ свою внутреннюю—а за ней и внѣшнюю—цѣну. Такъ становятся, хотя до нѣкоторой степени, видными задачи, предстоящія впереди человѣчеству, и даже способы ихъ рѣшенія.

[3] Это тоже, что предѣлъ, асимптота кривой, къ которой сама кривая постепенно подходитъ, никогда съ ней не сливаясь. Нынѣ дѣло стоитъ такъ, что напримѣръ работа простого работника на Явѣ, въ Китаѣ или въ Африкѣ стоитъ въ нѣсколько разъ дешевле, чѣмъ въ Россіи; въ Англіи же и особенно въ С. А. С. Штатахъ по крайней мѣрѣ вдвое дороже, чѣмъ у насъ, не говоря уже о разности въ оцѣнкѣ профессіональнаго труда въ разныхъ странахъ. Теперь до асимптоты далека точка измѣненія цѣнъ, но по мѣрѣ прогресса въ уравниваніи государствъ и промышленныхъ усилій начнется и прогрессъ въ оцѣнкѣ труда. Не видно многихъ сторонъ въ отношеніи къ тому, какъ онъ завершится, но несомнѣнно, что капиталъ уже началъ терять свою цѣну, а трудъ свою выигрывать, и оба должны дойти до своихъ истинныхъ нормъ.

*

лѣе или менѣе извѣстны, и если при этомъ получаются несоразмѣрно большія выгоды, непремѣнно являются подражатели и соперничество, а отъ нихъ паденіе цѣнъ и низведеніе ихъ до возможно малаго уровня, опредѣляемаго предѣломъ, то есть суммою затрачиваемаго труда.

Если же въ экономіи труда состоитъ основная задача совокупности заводовъ и фабрикъ, то и основное начало, идеалъ каждаго отдѣльнаго заводско-фабричнаго предпріятія долженъ состоять въ сокращеніи труда, падающаго на единицу производимыхъ предметовъ, и приступая къ изложенію основъ заводско-фабричной промышленности, необходимо сознательно отнестись къ тѣмъ общимъ пріемамъ, при помощи которыхъ на фабрикахъ и заводахъ достигается экономія труда.

Здѣсь на первомъ мѣстѣ должно выставить пользованіе силами природы и непрерывность производства, потому что отъ нихъ зависитъ болѣе всего экономія личнаго труда на фабрикахъ и заводахъ, особенно, если подъ названіемъ труда подразумѣвать преимущественно не просто механическую работу, а сознательно-разумную дѣятельность, имѣющую въ виду какъ общую, такъ и личную, то-есть по возможности всеобщую, пользу [4].

Силы природы, не творясь и не пропадая, составляютъ только формы міро-

---

[4] Не должно при всемъ этомъ забывать нерѣдко упускаемое изъ виду глубокое различіе двухъ понятій: трудъ и работа. Ихъ смѣшеніе приводитъ къ слѣдствіямъ невѣрнымъ и пагубнымъ, подобнымъ тѣмъ, до которыхъ доходятъ нѣкоторыя партіи западно-европейскихъ обществъ. Чтобы быть яснымъ, я перепечатываю здѣсь то, что высказалъ въ 1885 г. въ своей статьѣ «Письма о заводахъ»:

«Тутъ мы касаемся предмета, едвали яснаго въ общемъ представленіи, а именно различія понятій труда и работы. Я разсмотрю это различіе для васъ, именно по той причинѣ, что вамъ все еще кажется техническое предпріятіе страшнымъ съ той стороны, что оно опирается на работу не лично вашу, а рабочихъ или хотя-бы и машинъ. Но предпринимателю—хотя работы и нѣтъ—много труда, на немъ и весь рискъ. Для уясненія считаю особенно важнымъ именно правильное знакомство съ понятіями труда и работы при первомъ приступѣ къ технической сторонѣ дѣятельности, потому что въ ней все производится въ дѣйствительности внѣшнею работою и трудомъ, неизбѣжно необходимыми для начала, веденія и всей цѣлесообразности предпріятія. Не всякая работа есть трудъ. Работа собственно есть понятіе чисто-механическое. Работу производитъ и машина; работу можетъ производить и человѣкъ, но работая онъ дѣйствуетъ какъ машина, т. е. его усилія въ этомъ случаѣ составляютъ не больше, какъ часть лошадиной силы, а именно около одной пятнадцатой доли силы паровой лошади. Работу танцовщицы можно также измѣрять, хотя сущность ея дѣла не въ числѣ килограммометровъ развиваемой ею работы. Работа же въ механическомъ смыслѣ есть произведеніе изъ величины пройденнаго пространства на величину силы, при этомъ прилагающейся. Проще всего работа опредѣляется при вертикальномъ движеніи тѣлъ, именно когда путь движенія направленъ въ обратную сторону противу дѣйствія силы тяжести. Тогда сила дѣйствующая можетъ измѣряться подниманіемъ грузовъ. Работа поднятія груза на извѣстную высоту и представляетъ мѣру механическаго дѣйствія, машиною или человѣкомъ произведеннаго: Оттого работа измѣряется пудо-футами, килограммометрами и т. п. единицами, принимаемыми въ механикѣ и всегда образованными изъ единицъ вѣса и разстояній (или длины). Работа въ одинъ килограммометръ представляетъ ничто иное, какъ усиліе при поднятіи одного килограмма или 2,4 фунта на высоту одного метра или примѣрно на полсажени. Эту работу можно произвести или въ короткій, или въ длинный промежутокъ времени. Паровою лошадиною силою называется такая сила, которая въ состояніи въ одну секунду произвести работу въ 75 килограммометровъ, т. е. поднять 75 килограммовъ на одинъ метръ высоты, или одинъ килограммъ поднять на 75 метровъ въ одну секунду. Человѣкъ въ 1″ можетъ поднимать, продолжительно работая, не болѣе какъ 5 килогр. на высоту одного метра. Таково сколько-либо точное понятіе о работѣ. Теперь и безъ дальнѣйшихъ объясненій будетъ понятно, что трудъ есть что-то совсѣмъ иное, чѣмъ работа, или другими словами, что трудъ измѣряется совсѣмъ другими единицами, чѣмъ работа. Чтобы это увидѣть ясно, взгляните на слѣдующій грубый примѣръ. Представьте стадо овецъ и съ ними пастуха, который ихъ стережетъ отъ волковъ. Этотъ пастухъ можетъ плести лапти или просто сидѣть на землѣ и все же онъ будетъ трудиться, если онъ зорко слѣдитъ за тѣмъ, чтобы все стадо было на виду, не заходило въ кусты, гдѣ волкъ легко отважится сдѣлать нападеніе. Вообразите теперь волка, который бѣгаетъ кругомъ этого стада. Работа его громадна, много килограммометровъ работы онъ производитъ въ теченіе своихъ попытокъ утащить одну изъ овецъ. Всякій изъ насъ ясно видитъ, что его работа не есть трудъ, а то бездѣйствіе, въ которомъ находится пастухъ, то отсутствіе механической работы, которое въ немъ имѣется, можетъ быть трудомъ. Слѣдовательно, трудъ вовсе не есть непремѣнно работа, хотя часто трудъ сопровождается работою. Что же, спрашивается, такое трудъ? Гдѣ же его признаки? Гдѣ же его

вой энергіи. Направлять ее въ пользу производства чего либо, нужнаго лю-

мѣрка? Изъ указаннаго примѣра, равно какъ и изъ другихъ примѣровъ, легко уму представляющихся, несомнѣнно слѣдуетъ такое опредѣленіе труда, въ которомъ участвуетъ общая польза. Трудъ непремѣнно обусловливается полезностью совершаемаго не для одного себя, но и для другихъ. Польза же для другихъ всегда отзывается пользою для себя, что и выражается въ сущности прежде всего этическими представленіями о трудѣ для другихъ, своихъ ближнихъ, за что и наступаетъ рай въ душѣ, то равновѣсіе, котораго недостичь безъ трудовыхъ усилій людямъ, вышедшимъ изъ ребячества. Даже ребенку куда какъ весело быть другимъ на пользу. И та же взаимность общей и своей личной пользы выражена во внѣшности экономическими условіями мѣны или реальными условіями платы за трудъ. Но и въ словѣ «польза» имѣется нѣчто неясное, тѣмъ больше, что къ нему надобно прибавить еще прилагательное «общая польза». Эту неясность, однако, незачѣмъ намъ распутывать, потому что, судя по вашимъ письмамъ, я уже ясно вижу, что, по отношенію къ вопросамъ пользы и именно пользы общей, вы смотрите ясно на предметъ и видите, что пользу не представляетъ одно произведеніе матеріально полезныхъ вещей и что въ самомъ трудѣ матеріальнаго понятія о работѣ къ сущности нѣтъ. А потому и художникъ, который пишетъ картину, и священникъ, который исполняетъ требу, и чиновникъ на службѣ, и учитель въ школѣ, и землепашецъ за плугомъ—могутъ или просто работать, или дѣйствительно трудиться, смотря по тому, для чего и что они дѣлаютъ, любятъ-ли дѣло, даютъ-ли другимъ нужное. Одного хотѣнія, однихъ добрыхъ намѣреній, какими адъ устилается, здѣсь мало. Они единоличны и выразились въ ученіи, прикрывавшемся именемъ Христа и оправдывавшемъ всякія средства для хорошихъ цѣлей. Для труда, какъ дѣла сложнаго, нужны и работа, и цѣли, и средства, и дѣйствительная польза, и сознаніе,—а внѣшнихъ признаковъ у него нѣтъ, какъ нѣтъ ихъ у картинъ или у авторовъ. Одни остаются, живутъ вѣчно, другіе только пишутъ, какъ я къ вамъ; одни при этомъ только работаютъ, другіе несутъ трудъ и хоть этимъ наверстываютъ недостатокъ вѣчнаго интереса, свойственнаго художеству. Точно также и мастеръ, производящій сапоги, можетъ или дѣйствительно производить трудъ, который неизбѣженъ въ общемъ ходѣ людскихъ отношеній, или можетъ только производить работу шитья сапоговъ, если онъ ихъ производитъ, напримѣръ, для своихъ личныхъ потребностей, вкусовъ и надобностей. Конечно, тутъ отношенія сложны, переходы отъ чистаго труда къ чистой работѣ встрѣчаются на каждомъ шагу, въ большинствѣ даже случаевъ характеръ дѣятельности сложенъ; но, какъ химики отличаютъ, не смотря на существующія переходныя формы, кислоты отъ щелочей, металлы отъ металлоидовъ, такъ должно отличать трудъ отъ работы. Такъ какъ трудъ во всѣхъ отношеніяхъ является позднѣе работы—у дитяти, у народа первобытнаго одна работа, трудъ у взрослаго,—то чѣмъ дальше, тѣмъ яснѣе станутъ признаки, отличающіе работу отъ труда. Неясностей еще очень много, но тѣмъ не менѣе различіе труда отъ работы совершенно понятно, хотя оба слова въ разговорѣ часто еще смѣшиваются.

Однако, прибавлю еще нѣсколько примѣровъ и замѣтокъ. Гигіеническое значеніе работы всякій понимаетъ. Активная или пассивная гимнастика этому и отвѣчаетъ. Вотъ и гимнастика ума, пассивная или активная, тоже работа личная. И она можетъ быть лично полезна, а чрезъ личную полезность можетъ косвенно сдѣлаться и общею пользою, какъ полезно здоровье. Но не всѣмъ ясно то значеніе, какое имѣетъ трудъ для внутренняго здоровья, для свѣжести духа. Сколько слышите и видите больныхъ душой! Универсальнаго лекарства нѣтъ и для духа, какъ нѣтъ для тѣла Но если, для сохраненія тѣла, гимнастика замѣняетъ работу, то для духа не менѣе нуженъ трудъ, въ области-ли внѣшнихъ или въ области внутреннихъ людскихъ потребностей, широкаго или узкаго размѣра, семейныхъ, общественныхъ или общечеловѣческихъ. Дикарь и рабъ преимущественно работаютъ; при развитіи образованности, свободы и общественности—работа замѣняется трудомъ и все стремится къ тому, чтобы трудъ былъ всѣмъ обязателенъ, а обязательная работа всѣмъ уменьшилась. Работать же вмѣсто людей заставляютъ силы природы, потому что трудъ есть чисто-людская—общая и частная необходимость. Латиняне и евреи, отъ которыхъ мы приняли столь многое,—того еще не понимали. Трудъ началъ выступать въ своей роли съ уменьшеніемъ возможности завоеваній набѣгомъ, съ оскудѣніемъ земли, съ развитіемъ заводскихъ и фабричныхъ дѣлъ, съ рожденіемъ тѣхъ новыхъ знаній, которыя опираются на опытъ для провѣрки сужденій,—съ того момента, когда люди перестаютъ считать себя богами, начинаютъ видѣть, что ихъ духъ и тѣло, ихъ дѣла и слова—находятся въ непремѣнной взаимной связи, столь тѣсной, что одинъ—каждый нуль, а весь смыслъ во взаимности и общеніи. Трудъ есть смерть крайняго индивидуализма, есть жизнь съ обязанностями и только отъ нихъ проистекающими правами; онъ предполагаетъ пониманіе общества, не какъ кагала, назначаемаго для пользы отдѣльныхъ лицъ, а какъ среды или неизбѣжнаго пространства людской дѣятельности. Среда эта мѣшаетъ, представляетъ свое инертное сопротивленіе, но подобно тому, какъ упоръ въ воду весломъ или пароходнымъ винтомъ даетъ возможность побѣждать сопротивленіе воды, въ ней двигаться, а въ сущности этотъ упоръ основывается на томъ же сопротивленіи, точно такъ и на житейскомъ морѣ среда, представляя сопротивленіе, даетъ и возможность его побѣждать тѣмъ же началомъ. Весло движется скорѣе лодки, скорость у обода винта

гордилось человѣчество. Заставивъ за себя работать вѣтеръ, воду, огонь, порохъ, паровыя машины, химическія и электрическія силы, человѣкъ не только

больше, чѣмъ у парохода. Такъ и движущійся въ средѣ другихъ долженъ трудъ нести большій, чѣмъ средній, хотя быть можетъ работать и будетъ меньше другихъ. О, я знаю, что бываетъ движеніе въ людской средѣ и безъ труда, но то остатокъ прошлаго, то выводится мало-по-малу; придетъ свое наростающее время, когда трудъ еще шире разовьется, когда безъ труда и жить будетъ нельзя,—тогда движеніе въ средѣ людей будетъ явнѣе, чѣмъ нынѣ, подчиняться естественному закону людскихъ отношеній. Вѣдь я не ускоряю уже потому, что знаю—нельзя ускорить. Не ускоришь той работы воды, которая, падая съ облаковъ, дѣлаетъ рѣки, наливаетъ океаны, разноситъ условія жизни. Не упредишь комету. Не измѣнишь порядковъ неба. А ихъ видишь. И мишу не какъ политиканъ, не съ тѣмъ классическимъ пошибомъ, который кричитъ и рвется, говоритъ и говоритъ, а затѣмъ кипется перевернуть исторію. Говорю, какъ естествоиспытатель, зная, что закону покориться велитъ разумъ, его видящій, понимая, что сознательность движетъ дальше и скорѣе, чѣмъ одинъ инстинктъ, что пловцу не догнать парохода, а пароходъ и могъ быть сдѣланъ только тогда, когда, узнавъ, покорились закону природы. Исторія людскихъ крупныхъ отношеній такова же, какъ исторія водянаго пара. Частица одна безконечно мала, но въ суммѣ безгранично велика сила этихъ дифференціально малыхъ величинъ. На безконечность не подѣйствуешь, а ее понявъ, ей покорившись, можно съ ея помощью многое сдѣлать, что безъ пониманія—одному порыву личному—совершенно недостижимо. Воспитанное классицизмомъ требованіе правъ внутреннихъ и внѣшнихъ, личныхъ этическихъ условій, рожденная изъ того-же источника гордость аскета, мечтателя и матеріалиста—уступаютъ мѣсто всеобщности обязанностей, покорности историческимъ и естественнымъ законамъ, увѣренности въ невидимомъ общемъ, какъ въ видимомъ личномъ, спокойствіи въ достиженіи желаемаго и ожидаемаго, потому что оно неизбѣжно, какъ настоящее и прошлое. Работа можетъ быть страдою, трудъ же есть наслажденіе, полнота жизни, то сліяніе съ общимъ началомъ, которое въ абстрактѣ понимали еще жители Индіи. Происходя изъ Индіи, европейскіе народы дошли до дѣйствительнаго пониманія этого общаго. Заводы и фабрики этому пониманію помогли. И если индусъ спасается въ созерцаніи общаго, то европеецъ спасается въ трудѣ, составляющемъ сознательную реальность общаго. Оттого всѣ новѣйшія секты поставили трудъ въ число первыхъ христіанскихъ обязанностей, освятили догматомъ. Труду принадлежитъ будущее, ему воздадутъ должное, нетрудящіеся будутъ отверженцами — и печальная, очень крупная ошибка многихъ новѣйшихъ ученій состоитъ именно въ смѣшеніи работы съ трудомъ, рабочаго съ трудящимся. Работа есть отправленіе внѣшнее, мускульное и личное, а трудъ есть соединеніе сознательности съ общественностію, онъ сливаетъ въ себѣ общее съ личнымъ. Машина работаетъ, но только человѣкъ, живя въ обществѣ, производя общепотребное, полезное,—трудится. Работу можно дать, къ работѣ принудить, присудить, трудъ—свободенъ былъ и будетъ, потому что онъ по природѣ своей сознателенъ, воленъ, духовенъ, хотя и реаленъ, сложенъ и необходимъ. при развитіи общественности, какъ для единицъ, такъ и для общества. Работа не творитъ, она есть только видоизмѣненіе единыхъ силъ природы, новое движеніе, родившееся отъ превращенія другихъ силъ, вложенныхъ въ природу; ей впередъ можно указать мѣру, которую превзойти въ частномъ случаѣ нельзя. Небывшее, дѣйствительно новое—создаетъ лишь трудъ; его нѣтъ въ природѣ, онъ въ вольномъ, духовномъ знаніи людей, живущихъ въ обществѣ, и отдѣльное лицо труда можетъ выдать неизмѣримо много, на цѣлыя поколѣнія разработки, на безпредѣльную пользу. Рабъ мелетъ зерно, работая камнемъ, трудъ заставилъ дѣлать рабскую работу вѣтеръ, текущую воду, каменный уголь. Работа утомляетъ, трудъ возбуждаетъ. Дитя только работаетъ; трудится только зрѣлый, сознательности полный человѣкъ. У рабочаго руки чешутся къ спору и задору, къ дракѣ и войнѣ,—трудъ есть дѣло мирное, потому что всеобщее. Работа труда не понимаетъ, его результаты беретъ, но кичится матеріальнымъ своимъ достоинствомъ; трудъ, самъ заключая работу, какъ потребность, ее саму вызывая и понимая, опредѣляетъ то этикой проповѣдуемое смиреніе, которое даже при мѣнѣ говоритъ: «бери, если хочешь и нравится тебѣ, въ замѣнъ своего мое, я ничего отъ тебя не требую». Прогрессъ состоитъ въ уменьшеніи работы, въ замѣнѣ ея трудомъ, и въ такомъ смыслѣ прогрессъ несомнѣненъ, былъ и будетъ, пока будетъ общество. Грядущее—труду, а не работѣ, сложному, а не простому. Не революціями, не переворотами, не вдругъ, не по сговору или заговору получитъ трудъ ему долженствующее мѣсто—до того, что стыднѣе и холоднѣе будетъ быть безъ труда, чѣмъ ходить безъ одежды. Потому ему и принадлежитъ будущее, что все яснѣе и яснѣе будетъ надобность въ обществѣ именно труда, и все менѣе и менѣе будетъ доставать для прожитья одной работы, такъ какъ трудъ работать заставитъ природу саму, а людей сдѣлаетъ по возможности свободными отъ работы. Покоренія природы трудъ достигаетъ, самъ покоряясь ея требованіямъ, постигая ея законы, въ числѣ которыхъ находятся и общественные, историческіе законы. На этомъ пути труда — лежатъ заводы и фабрики. Въ нихъ преобладаетъ трудъ, какъ въ земледѣліи пока еще часто одна работа. Въ будущемъ и здѣсь — область одного труда. Работая на землѣ, ее истощаютъ, берутъ тѣмъ меньше, чѣмъ дольше владѣютъ. Трудъ обогощаетъ землю, даетъ жатвы, въ природѣ немыслимыя, творитъ новыя цѣнности. Работа на десятину даетъ три,

удесятерилъ свои средства, но и сталъ приближаться къ обладанію природы гораздо въ большей мѣрѣ, чѣмъ тогда, когда научился принуждать къ работѣ рабовъ и домашнихъ животныхъ. Зародышъ промышленности начинается именно съ умѣнья пользоваться явными силами природы, подобными вѣтру и движущейся водѣ, или сокрытыми въ топливѣ и въ электрической энергіи. Сами по себѣ силы эти и искусство ими пользоваться даровыя, свободны какъ вѣтеръ, но даются въ руки, покоряются только знанію. Отсюда происходитъ тѣснѣйшая связь между науками пропродѣ и промышленностію. Открытія науки прямо или косвенно, рано или поздно входятъ въ жизнь путемъ промышленности, въ которой наука участвуетъ всегда въ видѣ одного изъ факторовъ раздѣленія труда. Вѣнцомъ усилій науки и промышленности можно считать въ настоящее время примѣненіе въ техникѣ электричества, о которомъ древность могла получать нѣкоторое понятіе только по блеску молніи и грохоту грома, а въ будущемъ должно признавать покореніе всѣхъ силъ природы и обращеніе ихъ на пользу человѣчества, на созданіе условій жизни возрастающей массы людей. Ни одинъ заводъ, ни одна фабрика не обходится безъ такихъ пріемовъ работы, въ которыхъ преобразованіе вещества совершается внѣшними силами безучастной природы. Геній людей только направляетъ ихъ въ свою пользу, какъ кормчій рулемъ направляетъ корабль, двигаемый энергіею вѣтра или топлива, горящаго въ паровикѣ. Даже тамъ, гдѣ нѣтъ двигателей или гдѣ безъ нихъ обходятся, напримѣръ, на нѣкоторыхъ химическихъ заводахъ, въ отбѣлочныхъ или при производствѣ дубленыхъ кожъ, и тамъ вся сущность дѣла основывается на томъ, что заставляютъ работать сокрытыя химическія силы природы. И чѣмъ болѣе сознательно вводится ихъ участіе въ работу заводовъ или фабрикъ, тѣмъ они болѣе отвѣчаютъ задачамъ промышленнаго строя. Возможно малое участіе людской работы въ массовомъ производствѣ товаровъ составляетъ первѣйшее условіе и для ихъ дешевизны, именно по той причинѣ, что цѣны массовыхъ товаровъ въ сущности стремятся выражать только количество личнаго труда, потраченнаго на ихъ производство. Сами по себѣ какъ явныя (видимыя) силы природы, подобныя вѣтру, такъ и скрытыя, подобныя химическимъ, не имѣютъ цѣны, всѣмъ доступны, въ цѣну товаровъ входятъ только усилія людей, но въ числѣ ихъ, конечно, и тѣ усилія, которыя требуются для управленія или обузданія силъ природы. А онѣ, разъ направленныя какъ слѣдуетъ, будутъ уже вѣрными рабскими исполнителями, расходуя лишь общій запасъ природы. Слѣдовательно, чѣмъ менѣе станутъ входить въ производство прямыя личныя усилія людей, тѣмъ продуктъ производства станетъ дешевле, а потому и потребленіе этого продукта увеличится.

Притомъ, человѣкъ устаетъ, требуетъ отдыха и сна, не говоря уже о вознагражденіи, силы же природы устатка, отдыха, сна и смерти не знаютъ. Это ведетъ къ тому, что наиболѣе разработанныя отрасли промышленности стремятся сдѣлаться *непрерывными*. Присмотръ и руководство этихъ силъ, производимые людьми, должны подлежать отдыху и смѣнѣ, а самое производство можетъ идти не прерываясь при смѣнѣ однихъ рабочихъ другими. Три смѣны, каждая по 8-ми часовъ въ сутки, составляютъ норму обычнаго непрерыв-

---

а трудъ — тридцать четвертей. Въ земледѣліи всегда и всюду начинаютъ съ работы и мало-по-малу переходятъ къ труду. На заводахъ дѣло прямо начинается съ труда, хотя и съ подмѣсью работы. Въ концѣ концовъ, оба рода дѣятельности должны ограничиться и будутъ ограничиваться однимъ трудомъ».

Добавлю кратко: работа понятіе механическое, въ немъ нѣтъ человѣка, его разума, его альтруизма, его высшаго; они въ трудѣ. Трудъ, очевидно, представляетъ трудности, но трудности эти только возвышаютъ достигаемое, содержатъ и работу, но цѣну и значеніе получаютъ отъ затраты не механической, а душевной энергіи, тогда какъ работа можетъ быть выполнена бездушною машиною. Трудъ есть долгъ человѣка; ему будущее; работа есть дань животному, есть рабство. Напомню еще, что для крайнихъ физіократовъ купцы, ученые, фабриканты и т. п. составляютъ «безплодный» (sterile) классъ жителей, а для крайнихъ соціалистовъ истинную цѣнность имѣетъ не трудъ въ его высшемъ значеніи, а одна работа. Достаточно этихъ примѣровъ, чтобы видѣть надобность понять отношеніе между трудомъ и работою.

наго техническаго производства. Это напоминаетъ смѣну вахтъ или карауловъ, и, въ концѣ концовъ, по мѣрѣ развитія производствъ, по мѣрѣ приложенія къ нимъ наибольшей суммы изученія, всѣ заводско-фабричныя производства стремятся къ тому, чтобы роль рабочихъ приближалась къ значенію корабельной вахты, присматривающей за безопаснымъ и исправнымъ ходомъ работы природы. Эта сторона дѣлъ фабрикъ и заводовъ служитъ въ то же время единственнымъ твердымъ ихъ отличіемъ отъ искусствъ и ремеслъ, гдѣ все основано на личности исполнителя. Вахту смѣняютъ, замѣняютъ одного, знающаго несложныя обязанности караульнаго,— другимъ такимъ же рядовымъ. Такъ и при непрерывныхъ производствахъ: смѣна рабочихъ происходитъ, а дѣло идетъ своимъ порядкомъ. А такъ какъ заводы и фабрики ведутъ свое происхожденіе отчасти отъ искусствъ и ремеслъ и съ нихъ обыкновенно зачинаются, и такъ какъ непрерывное производство какого-либо товара обусловливаетъ производство (а слѣдовательно и потребленіе) его въ большихъ количествахъ, начало же дѣлъ легче совершается съ малыхъ количествъ, то въ дѣйствительности достигаютъ непрерывности только при производствѣ немногихъ (массовыхъ) товаровъ, и большинство фабрикъ и заводовъ представляютъ всѣ ступени перехода отъ ремесленныхъ заведеній къ непрерывно дѣйствующимъ типически-истиннымъ фабрикамъ и заводамъ. Къ этому предѣлу они всѣ стремятся. Примѣры непрерывныхъ производствъ мы встрѣтимъ во множествѣ, когда обратимся къ частностямъ заводско-фабричныхъ дѣлъ. Достаточно указать на непрерывно дѣйствующія известковыя печи, мельничные поставы, гончарныя (напр. кирпичныя) печи, сушащія и обжигающія глиняныя издѣлія, писчебумажные непрерывные приборы, дающіе ленту или полотно бумажныхъ листовъ, доменныя печи, служащія для непрерывной выплавки чугуна, многія прядильныя и ткацкія приспособленія, непрерывную перегонку спирта и т. п., чтобы видѣть примѣненіе начала непрерывности для производства уже многихъ товаровъ, требуемыхъ массами— безъ чего нельзя и устраивать непрерывный ходъ производства во всѣхъ его частяхъ. Часто прибѣгаютъ къ непрерывности только для нѣкоторыхъ частей производства, ведя другія личными усиліями рабочихъ или вообще прерывными или періодическими способами. Такъ, напримѣръ, при производствѣ бутылокъ заготовку и плавку стеклянной массы ведутъ иногда непрерывно, а изъ полученной массы рабочими готовятъ (выдуваютъ) самыя бутылки, которымъ даютъ постепенно охлаждаться въ періодически дѣйствующихъ каленицахъ (особыя печи), или во многихъ производствахъ (содовомъ, сахарномъ, шерстомойномъ и т. п.) ведутъ непрерывное «методическое выщелачиваніе» растворимыхъ частей водою, а изъ раствора выдѣляютъ растворимое вещество въ періодически дѣйствующихъ приборахъ (испареніемъ, кристаллизаціею и т. п.). Разнообразіе комбинацій, возможныхъ во всѣхъ этихъ отношеніяхъ, вслѣдствіе сравнительной юности непрерывныхъ пріемовъ производства многихъ товаровъ, донынѣ еще не подлежитъ полному обобщенію; примѣры, излагаемые въ разныхъ отдѣлахъ книги, дадутъ, однако, много поучительнаго для того, чтобы примѣнять непрерывность и тамъ, гдѣ она еще не прилагается. Тѣмъ не менѣе, считая непрерывность очень важною для пониманія сущности фабрикъ и заводовъ, коснусь нѣкоторыхъ общихъ ея началъ и тѣхъ соображеній, которыя заставляютъ прибѣгать къ ней [5].

---

[5] Работа и трудъ людей неизбѣжно прерывны, только энергія такъ называемой мертвой природы можетъ быть непрерывною. Въ идеалѣ, всю работу слѣдуетъ снять съ человѣка, которому остается лишь трудъ [4], но въ конкретныхъ случаяхъ можетъ быть выгоднымъ прибѣгнуть къ работѣ ручной, напр. дѣлать бочки не машиной, а бондарями. Уже просто потому, что бондарная машина требуетъ спеціалистовъ — для устройста и веденія, и если требуется бочекъ немного или изъ лѣсу неоднороднаго, то труда съ машиной можетъ затратиться болѣе, чѣмъ израсходуютъ бондари, такъ какъ трудъ затраченъ и на производство бондарной машины, чего не слѣдуетъ упускать изъ вида. Если обратить вниманіе на то, что сказано выше, въ выноскѣ [1], легко разобраться даже въ конкретныхъ случаяхъ. Но всѣ переходы возможны и успѣхи промышленности могутъ приводить въ частныхъ случаяхъ

При непрерывномъ производствѣ всегда существуетъ одно основное направленіе, по которому происходитъ движеніе сырого матеріала, превращаемаго въ продукты производства. Такъ, въ доменномъ производствѣ руда и уголь движутся внизъ въ вертикальной печи, достигая наиболѣе горячихъ частей печи, гдѣ и происходитъ процессъ или реакція на счетъ вдуваемаго снизу воздуха, идущаго снизу вверхъ, по тому же вертикальному направленію — на встрѣчу. Жидкіе продукты превращенія (чугунъ и шлаки) падаютъ внизъ (въ горнъ), газообразные же, поднимаясь кверху, охлаждаются, нагрѣвая спускающіеся твердые сырые матеріалы. Здѣсь движеніе происходитъ отъ всюду дѣйствующихъ силъ тяжести и упругости газовъ. Въ другихъ случаяхъ движеніе отъ мѣста вхожденія сырья къ мѣсту выхода продукта совершается приложеніемъ внѣшнихъ силъ двигателей. Такъ, напримѣръ, лента бумажнаго полотна подвигается при помощи сѣтчатаго полотна, охватывающаго, какъ безконечный ремень, барабаны, вращающіеся силою паровой машины. Входящій въ путь непрерывнаго производства сырой матеріалъ при переходѣ въ готовый товаръ на продолженіи пути или что-либо теряетъ (напр. жидкая бумажная «масса» — теряетъ воду) изъ вошедшихъ матеріаловъ, или что-либо получаетъ чрезъ прибавку на пути (напр. полотно бумаги проходитъ чрезъ сосудъ съ краскою, лакомъ и т. п.), или подвергается измѣненію подъ вліяніемъ мѣстныхъ, на пути лежащихъ, особыхъ условій (напр. лента бумажнаго полотна проходитъ между валами для полировки), такъ что въ пути, проходимомъ сырьемъ, совершаются съ нимъ всѣ необходимыя превращенія, дающія готовый продуктъ, и если продуктовъ много, то они на пути раздѣляются, какъ, напр., отруби отъ крупы и муки (просѣвомъ, отвѣиваніемъ), и каждый имѣетъ свой выходъ (такъ, напр., при непрерывной перегонкѣ — разныя части, обладающія различною температурою сжиженія, сгущаются отдѣльно и собираются въ отдѣльныя сборники). Отъ устройства и подробностей непрерывнаго прибора зависитъ скорость движенія по пути, а ею опредѣляется весьма часто какъ совершенство продукта (его отдѣленіе отъ подмѣсей и отдѣлка), такъ и самая успѣшность его производства, такъ какъ элементъ времени участвуетъ въ ходѣ большинства механическихъ (напр. при писчебумажномъ или прядильномъ производствахъ), физическихъ (напр. при перегонкѣ или плавленіи) и химическихъ (напр. при непрерывномъ бѣленіи тканей) процессовъ, совершающихся по пути. Для каждой его части, при достаточномъ изученіи, можно составить отчетливое представленіе о состояніи пущенныхъ въ путь веществъ и, руководясь этимъ, или улучшать производство, или измѣнять скорость хода, пропорцію подмѣсей и т. п.

Кромѣ главнѣйшей экономіи, представляемой при непрерывныхъ производствахъ малымъ участіемъ рабочихъ, они даютъ и множество другихъ не менѣе важныхъ. Изъ нихъ на первомъ мѣстѣ должно поставить однородность, достигаемую въ товарѣ (отсутствіе или малое количество брака). Если количество и качество сырья будутъ тѣ же (а это въ массовомъ производствѣ всегда достигается съ возможною степенью совершенства) [6], скорость на пути та же [7], сохранятся тѣ же условія превращеній (напр. температура и давленіе въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ пути, за чѣмъ легко слѣдить надлежащими приборами), то продуктъ неизбѣжно будетъ имѣть

къ тому, что затрата труда будетъ меньше при ручной работѣ, чѣмъ при чисто машинной.

[6] Для точнаго сужденія о качествѣ сырья, поступающаго въ производство, въ громадной массѣ случаевъ, на заводахъ и фабрикахъ уже необходимы испытательныя лабораторіи, производящія химическія или физическія или механическія опредѣленія состава и свойствъ сырья, такъ какъ оно нерѣдко мѣняется. Тѣ же лабораторіи слѣдятъ и за ходомъ превращенія и за качествомъ выпускаемаго товара. Лѣтъ 50 сему назадъ нигдѣ ничего этого не было, теперь же повсюду благоустроенные заводы и фабрики не могутъ обходиться безъ такихъ лабораторій, которыя представляютъ фонари, освѣщающіе темную и во многомъ опасную дорогу производству.

[7] О скорости хода на пути непрерывнаго производства судятъ или дѣйствительно измѣряя ходъ (напримѣръ число оборотовъ въ минуту) какого-либо органа производства (напр. при помощи счетчиковъ или разныхъ индикаторовъ), или по количеству захватываемаго сырья, или, всего чаще, по количеству выходящаго въ единицу времени готоваго товара.

постоянныя и желаемыя качества, что имѣетъ огромное значеніе для торговаго хода продукта производства и ведетъ прямо къ дѣйствительной цѣли фабрики или завода. Все, что нарушаетъ желанное качество продукта при непрерывномъ производствѣ, можетъ быть тотчасъ подмѣчено [8], и ходъ дѣла исправленъ. Но кромѣ указанныхъ выгодъ, непрерывность даетъ обыкновенно и прямыя экономіи въ количествѣ силъ и въ матеріалахъ, потребныхъ для фабрики и завода. Достаточно двухъ на это примѣровъ. Вездѣ тамъ, гдѣ производство требуетъ высокой температуры—а этихъ случаевъ множество, прерывъ влечетъ за собою остываніе и растопку, на что идетъ много (иногда болѣе 30%) топлива, слѣдовательно при непрерывности получается экономія явная. Непрерывная лента бумаги превращается въ стопы и листы съ гораздо меньшею тратою на обрѣзки, чѣмъ тогда, когда каждый листъ готовится отдѣльно. Сверхъ того, при непрерывномъ производствѣ, вслѣдствіе однообразія во всемъ его ходѣ, всякіе отбросы или побочные продукты пріобрѣтаютъ однородность и обыкновенно находятъ соотвѣтственное приложеніе.

Вообще, такъ называемые, *отбросы* или *остатки* производствъ, то-есть все то, что получается изъ сырья послѣ полученія изъ него желаемаго товара, заслуживаютъ большого вниманія, такъ какъ отъ ихъ количества и качества нерѣдко много зависитъ цѣнность главнаго товара. Въ идеалѣ всѣ отбросы производствъ, кромѣ газообразныхъ, не превращаемыхъ въ жидкія или твердыя товары (напр. газообразный хлористый водородъ, часто составляющій отбросъ, легко растворяется въ водѣ и переходитъ тогда въ соляную кислоту, сѣрнистый газъ можетъ превращаться въ сѣрную кислоту и т. п.), и кромѣ воды, могутъ находить свое приложеніе и покрывать часть расходовъ производства. Если бы этого не было, заводы и фабрики могли бы служить источникомъ порчи земной поверхности, что и случается въ начальныхъ формахъ многихъ видовъ промышленности, и это нерѣдко служитъ источникомъ многихъ нареканій на заводы и фабрики, которые сопоставляются при этомъ съ сельскимъ хозяйствомъ, гдѣ всѣ отбросы, временно скопляясь въ навозъ и компосты, поступаютъ затѣмъ на удобреніе почвы. Заводчики и фабриканты поступаютъ поэтому очень предусмотрительно и разсчетливо, когда прилагаютъ особыя заботы, во-первыхъ, къ тому, чтобы по возможности превращать всякіе свои отбросы въ товары, имѣющіе приложеніе, хотя бы при этомъ не только не было выгоды, но и былъ нѣкоторый расходъ, во-вторыхъ, къ тому, чтобы по возможности возвращать въ производство свои отбросы [9], въ третьихъ, къ тому, чтобы качество отбросовъ отвѣчало ихъ выгоднѣйшей утилизаціи, а количество было возможно мало, и, въ четвертыхъ, чтобы отбросы, неизбѣжно поступающіе въ воздухъ (напр. съ дымомъ) и воду (напр. при промывкѣ) не причиняли вреда окрестнымъ жителямъ [10]. Техника, особенно въ

[8] О правильности хода непрерывнаго производства судятъ не только по количеству и качеству выходящаго продукта (по нему часто было бы уже поздно производить поправку хода), но и по какому-либо легко наблюдаемому явленію, совершающемуся на продолженіи пути, напр. въ камерномъ производствѣ сѣрной кислоты по цвѣту газовой смѣси, по плотности падающихъ капель кислоты и т. п.

[9] Отбросъ содоваго производства по способу Леблана или «содовые остатки» перерабатываютъ на сѣру, которая опять идетъ для сѣрной кислоты, или превращаютъ въ сѣроватистую соль (антихлоръ); «концы» или прядильные и ткацкіе отбросы хлопка передѣлываютъ въ вату или, растрепавъ, пускаютъ опять въ пряжу и т. д.

[10] Это особенно важно въ густо населенныхъ мѣстностяхъ. Вопросы «дымосожиганія», то есть полнаго сожиганія топлива (безъ сажи), и обезвреженія «сточныхъ водъ», спускаемыхъ съ заводовъ и фабрикъ, имѣютъ уже громадную литературу и соотвѣтственныя статьи законовъ во всѣхъ странахъ, проникнутыхъ развитою промышленностію. Не касаясь здѣсь этихъ сложнѣйшихъ мѣръ и пріемовъ, замѣчу только, что истинные интересы заводчиковъ и фабрикантовъ обыкновенно совпадаютъ съ правильнымъ рѣшеніемъ вопросовъ этого рода. Наиболѣе извѣстенъ здѣсь примѣръ Англіи, которая своимъ «Alkali Act», давно запретившимъ выпускъ на воздухъ соляной кислоты, HCl, выдѣляющейся при полученіи «сульфата» изъ смѣси сѣрной кислоты и поваренной соли, сдѣлала то, что на способы собиранія и на утилизацію соляной кислоты было обращено должное вниманіе. Сѣрнистый газъ SO^2, отдѣляющійся въ воздухъ и его портящій при обжиганіи сѣрнистыхъ рудъ (цинка, свинца, мѣди

послѣднее время, когда промышленность стала усиливаться, прилагаетъ къ вопросу о всякихъ отбросахъ очень много вниманія и сдѣлала уже много, начиная съ переработки всякаго «тряпья» — въ бумагу, искусственную шерсть и т. п., передѣлывая водянистыя и смолистыя части сухой перегонки каменнаго угля (напр. отъ газовыхъ и коксовыхъ заводовъ) въ амміачныя соли, бензолъ, антраценъ (а затѣмъ въ пигменты или краски каменноугольнаго дегтя), искусственный асфальтъ, брикеты и т. п., занявшись переработкою костей и всякихъ остатковъ животныхъ и находя способы утилизаціи для всего того, что скопляется въ достаточныхъ массахъ, могущихъ подлежать дешевой обработкѣ на фабрикахъ и заводахъ. Хотя здѣсь предстоитъ впереди еще много дальнѣйшихъ усилій, но не должно забывать, что и то, что сдѣлано до нынѣ промышленностію, ведетъ не только къ тому, чтобы найти примѣненіе для своихъ отбросовъ, но и къ тому, чтобы превращать въ полезное, по возможности, все то, что составляетъ отбросы какъ свои, такъ и остающіеся отъ городской жизни [11].

§ 4. Въ виду изложеннаго въ предшествующихъ §§, составляя «Основы заводско-фабричной промышленности» и разбирая главныя части и частности отдѣльныхъ, такъ сказать,—образцовыхъ производствъ, я при каждомъ изъ нихъ стараюсь, на сколько могу, передать какъ научныя основанія, служащія для превращеній сырыхъ продуктовъ въ готовые товары, находящіе свое приложеніе въ разныхъ отрасляхъ жизни, сущность примѣняемыхъ въ дѣйствительности способовъ обработки, такъ и торгово-хозяйственныя черты (спросъ, предложеніе, стоимость, измѣненіе цѣнъ и т. п.) каждаго производства, причемъ попутно касаюсь исторіи развитія, переработки, побочныхъ производствъ и отбросовъ. Но главное содержаніе изложенія составляетъ описаніе и оцѣнка пріемовъ и способовъ, примѣняемыхъ въ техникѣ для полученія немногихъ типическихъ товаровъ, какъ при переработкѣ сырья, такъ и при изслѣдованіи этого сырья и продуктовъ производства, не вдаваясь однако ни въ подробности аналитическихъ пріемовъ и изслѣдованій, ни въ частности товаровѣдѣнія [1]. Однако, прежде чѣмъ начать свое изложеніе съ производства чугуна, желѣза и стали, какъ образцовыхъ во всѣхъ отношеніяхъ и особо характеризующихъ нашъ промышленный вѣкъ, я считаю неизбѣжно необходимымъ остановиться сперва на видахъ топлива и на нагрѣваніи, потому что топливо, при господствѣ паровыхъ машинъ, составляетъ сырой матеріалъ, потребляемый при современномъ состояніи техники почти всѣми и всякими заводами и фабриками [2].

и др.), съ пользою начали или примѣнять въ заводскихъ превращеніяхъ, или превращать въ сѣрную кислоту.

[11] Такъ какъ фабрики и заводы все же составляютъ для всего міра, особенно у насъ, дѣло сравнительно новое, то нерѣдко слышны на нихъ нареканія и очень рѣдко подмѣчаютъ услуги, ими приносимыя. Такъ, напр., въ вопросѣ объ отбросахъ часто забываютъ, что фабрики и заводы занимаются между прочимъ передѣлкою, а потому и сборомъ такихъ отбросовъ обычной жизни, которые, помимо нихъ, могли бы, при современной густотѣ населенія городовъ, сильно вредить жителямъ, не говоря о томъ, что пропадали бы даромъ. Для этого достаточно вспомнить сборъ тряпья и костей, порожнихъ жестянокъ и стекляннаго боя. Безъ заводовъ, перерабатывающихъ эти городскіе отбросы, они причиняли бы много зла и заразъ въ городахъ, тѣмъ болѣе, что нѣкоторые изъ нихъ нельзя ни сжечь, ни примѣнить въ сельскомъ хозяйствѣ. А такъ какъ съ заводами и фабриками получается достатокъ, наиболѣе взыскательный въ отношеніи чистоты, то отъ фабрикъ и заводовъ обыкновенно получаются и средства для борьбы съ вредомъ отбросовъ, не нашедшихъ еще своей утилизаціи. Безъ развитой промышленности нельзя бы и мечтать о томъ, что она требуетъ и вызываетъ своимъ достаткомъ и развитіемъ: ни общаго образованія, ни общей чистоты, ни общаго мира, не говоря о многомъ иномъ.

[1] Описаніе началъ и подробностей аналитическихъ пріемовъ изслѣдованій должно уже искать въ спеціальныхъ сочиненіяхъ, напр. по аналитической химіи, техническому анализу и т. п. Что же касается до товаровѣдѣнія, то, къ сожалѣнію, наша литература очень бѣдна этою отраслью коммерческихъ знаній.

[2] Большинство систематическихъ сочиненій по технологіи начинается съ топлива, потому что это самое естественное начало, облегчающее описаніе спеціальныхъ производствъ. Для примѣра укажу на извѣстнѣйшія сочиненія Грувена и Ледебура о добываніи металловъ, начинающіяся съ трактата о видахъ топлива. Но сверхъ описанія видовъ топлива я считаю необходимымъ, прежде чѣмъ описывать отдѣльныя производства, разсмотрѣть условія горѣнія, законы на-

А такъ какъ многіе изъ нихъ, начиная съ производящихъ чугунъ, кромѣ того, требуютъ высокой температуры, то, приступая къ изложенію «Основъ фабрично-заводской промышленности», въ видѣ вступительныхъ главъ, мнѣ необходимо остановиться и на самомъ нагрѣваніи. Это вводитъ въ научныя и экономическія стороны промышленности и много облегчаетъ и упрощаетъ все дальнѣйшее изложеніе, приступая къ которому мнѣ необходимо напомнить, что все изложеніе имѣетъ въ виду, прежде всего, русскихъ читателей, желающихъ, послѣ общаго знакомства съ естествознаніемъ, получить общія свѣдѣнія о началахъ и пріемахъ, принимаемыхъ нынѣ на фабрикахъ и заводахъ. Если мнѣ удастся не только привлечь къ нимъ вниманіе читателей, показавъ имъ живой, общечеловѣческій интересъ въ разныхъ подробностяхъ предмета и въ способахъ рѣшенія рождающихся на каждомъ шагу вопросовъ, но сверхъ того и возбудить въ читающихъ охоту принять дѣятельное участіе въ фабрично-заводскихъ предпріятіяхъ Россіи, то цѣль моей книги будетъ достигнута, такъ какъ я пишу ее главнымъ образомъ для лицъ, приступающихъ къ дѣлу фабрикъ и заводовъ, а вовсе не для спеціалистовъ. Общее знаніе заводовъ и фабрикъ нужно нынѣ всякому образованному человѣку уже потому, что промышленность нагляднѣйшимъ образомъ примиряетъ частные, личные интересы съ общими, такъ какъ втунѣ лежащіе, такъ сказать—отбросы природы, передѣлываются ею въ потребные людямъ предметы и увеличиваютъ достатокъ производителей, ихъ близкихъ и всего человѣчества и тѣмъ приближаютъ міръ къ достиженію не мечтательныхъ утопій, а достижимыхъ благъ, при умноженіи человѣчества. Общее не есть только простой отвлеченный абстрактъ, а находитъ осязательное выраженіе въ дѣйствительности, какъ видно, быть можетъ легче, чѣмъ въ чемъ либо иномъ, надъ заводами и фабриками, потому что въ нихъ несомнѣнно примиряются осязаемые интересы личные съ общими [3].

грѣванія и вообще передачи тепла, потому что, безъ знакомства съ ними, потребленіе топлива не можетъ быть раціональнымъ и его экономія, отъ которой зависитъ успѣхъ множества производствъ, не можетъ быть преслѣдуема самостоятельно. Конечно, я не могу входить въ подробности, свойственныя, напр., книгамъ Пекле, Шинца, Феррини и т. п., и оставляю въ сторонѣ описаніе отдѣльныхъ видовъ печей, но думаю, что даже и въ самомъ сокращенномъ видѣ глава о горѣніи и нагрѣваніи будетъ не безполезна для начала «Основъ фабрично-заводской промышленности», тѣмъ болѣе, что паровые котлы составляютъ первую принадлежность большинства заводовъ и фабрикъ. Но мнѣ, по смыслу задуманнаго мною плана, нельзя вдаваться въ описаніе самихъ паровыхъ машинъ и другихъ двигателей (водяныхъ, электрическихъ и т. п.) и передаточныхъ приспособленій, потому что это входитъ въ область практической механики, которую я долженъ считать знакомою моимъ читателямъ, хотя и должно признать, что въ этой области явилось еще мало оригинальныхъ русскихъ трудовъ.

[3] Считаю полезнымъ, сверхъ того, что говорилось ранѣе, здѣсь же привести хотя одинъ примѣръ, показывающій тотъ прямой смыслъ, въ которомъ я говорю о связи въ промышленности личныхъ интересовъ съ общими, а именно взявъ русскую нефтяную промышленность въ ея современномъ состояніи, не входя ни въ одну подробность, а только стараясь охватить совокупность встрѣчающихся здѣсь интересовъ, знакомыхъ мнѣ по той причинѣ, что я лично не разъ принималъ участіе въ судьбахъ русскаго нефтянаго дѣла на Кавказѣ. Оно нынѣ даетъ въ годъ около 300 милл. пуд. нефти, которую раскупаютъ около 150 заводчиковъ, примѣрно за 5—10 милл. руб., а продающихъ всего около 220 милл. пуд. нефтяныхъ товаровъ (80 остальныхъ милл. расходуютъ частію на топку заводовъ, частію на увеличеніе запасовъ, частію на потери при перегонкѣ и очисткѣ), а именно около 100 милл. пудовъ болѣе или менѣе очищенныхъ продуктовъ перегонки (керосина, промежуточныхъ продуктовъ и смазочныхъ маселъ), за которые получаютъ примѣрно около 16 милл. руб., да «нефтяныхъ остатковъ» продаютъ около 120 милл. пуд., примѣрно на 8 милл. руб., то есть дѣлаютъ оборотъ всего на 24 милл. руб., что составляетъ по 8 к. на пудъ купленной нефти, за которую сами платили по 2—3 коп. пудъ. Оно и кажется на первый взглядъ, что все тутъ дѣло въ интересахъ этихъ добывателей и заводчиковъ, а именно въ этихъ 24 м. руб. Но разберемся сперва въ добычѣ и переработкѣ, чтобы затѣмъ обратиться къ другимъ заинтересованнымъ сторонамъ. Нефть добываютъ нынѣ примѣрно изъ 500 буровыхъ скважинъ, со средней глубины около 110 саженъ, а примѣрно столько же заброшенныхъ скважинъ. Каждая изъ нихъ съ обсадными желѣзными трубами, съ вышкой для работы, съ паровой машиной и т. п. стоитъ около 20 тыс. руб. и ежегодно вновь роютъ, смотря по текущимъ цѣнамъ на нефть (а онѣ мѣняются до того, что иногда не превосходили $^3/_4$ коп. за пудъ на мѣстѣ добычи, а то выростаютъ до 5 и 6 к.), отъ 10 до 20 тысячъ саженъ буровыхъ сква-

Если не всѣмъ и каждому суждено принять участіе въ заводско фабричной промышленной дѣятельности, если охотническая, земледѣльческая, художествен-

жинъ, расходуя на это одно отъ 2 до 4 милл. рублей въ годъ, да платя за выкачиваніе, надзоръ и конторы около $1^1/_2$ милл. руб. въ годъ. Если на затраченный ранѣе за землю (около 5 милл. руб.) и буреніе (около 20 милл. руб.) капиталъ положить интересу всего $^1/_2$ милл. руб., то окажется, что добыватели расходуютъ въ годъ около 4—6 милл. руб., не считая общихъ и другихъ расходовъ. Если расходъ добывателей равенъ даже только 6 милл. руб., то имъ при добычѣ 300 милл. пуд. нефть обходится среднимъ числомъ по 2 к. за пудъ, а они этой цѣны часто не получаютъ (въ 1892 г. цѣна ни разу не поднималась выше $1^1/_2$ к., слѣдовательно продавали въ убытокъ, который надо же когда-нибудь наверстать, его и наверстывали въ 1894 и 1895 г., когда цѣны доходили до 5 коп.). Слѣдовательно, добыватели, часто годами несшіе убытки, очевидно едва-едва сводятъ концы съ концами, а рабочимъ отъ нихъ поступаетъ въ годъ не менѣе 4 милл. руб. Но, конечно, барышъ далеко неравенъ. Явился фонтанъ, а иные (напр. у Зубалова одна скважина своимъ фонтаномъ дала въ 1892—1895 гг. около 30 милл. пуд.) дѣйствуютъ цѣлые годы—нефти у хозяина избытокъ, сама валитъ, качать не надо, только обирай ее и деньги. Но тогда нефть дешевѣетъ, и всѣ другіе добыватели въ убыткѣ. Выходитъ погоня за случайною наживою. Очевидно, что не у среднихъ добывателей надо искать основныхъ, крупныхъ интересовъ. У заводчиковъ дѣло повѣрнѣе, но тоже не прочно, потому что не только сильны перемѣны цѣнъ на сырье, но и цѣна продуктовъ мѣняется очень сильно (на керосинъ напр. отъ 6 к. за пудъ до 20 к.), смотря по состоянію путей для вывоза, по заграничнымъ цѣнамъ и т. п. Вообще, средній расходъ (за доставку къ заводу, рабочимъ, на сѣрную кислоту, патръ, ремонтъ и т. п.) всѣхъ заводовъ не меньше 7 милл. руб. Поэтому, когда цѣны на остатки и на керосинъ сравнительно хороши (какъ въ 1885 г.), заводчики расходуютъ всего около 17 милл руб., а получаютъ 24 милл. руб., но въ 7 милл. руб., у нихъ остающихся, кромѣ процентовъ на капиталъ, есть и погашеніе прошлыхъ убытковъ, которые несомнѣнны, если, какъ бывало, керосинъ продается по 7 к. пудъ, а остатки по цѣнѣ нефти. Въ длинный періодъ лѣтъ, при хорошемъ хозяйствѣ, конечно, и добыватели, и заводчики получаютъ нѣкоторый барышъ. Но тогда—въ чемъ же лежитъ главный интересъ? Очевидно, не въ маленькомъ личномъ барышѣ добывателей и заводчиковъ, хотя они и дѣло завели, хотя они и преслѣдуютъ личный интересъ. Чтобы разобраться въ этомъ, начнемъ съ конца, т. е. съ потребителей; возьмемъ лишь русскихъ. Всякій знаетъ, что, платя по 3 к. за фунтъ керосина, не только хорошо освѣщаются, но и экономятъ по крайней мѣрѣ въ два раза противу освѣщенія свѣчами и газомъ, не говоря объ электричествѣ. То же можно сказать про примѣненіе остатковъ какъ топлива, когда они обходятся, какъ на Волгѣ, около 10 к. за пудъ.

Россія употребляетъ около 30 милл. пуд. керосина, платя за него среднимъ числомъ (съ барышемъ торговцевъ, съ акцизомъ, провозомъ и т. п.) по 1 р. 20 к. (въ лавкахъ Петербурга теперь цѣна выше 1 р. 60 к.), слѣдовательно всего на 36 милл. руб., и если при этомъ выгадываетъ потребитель въ два раза, то выгода всѣхъ=36 милл. руб. Остатки среднимъ числомъ примемъ хоть только по 10 к. (въ Москвѣ они теперь выше 23 к.), ихъ идетъ 120 милл. пуд., слѣдовательно на 12 милл. руб., а потому выгода потребителей и здѣсь не менѣе 12 милл. руб. Не считая выгодъ на смазочныхъ маслахъ и иностранныхъ потребителей, должно признать, что страна наша при потребленіи нефтяныхъ товаровъ выгадываетъ никакъ не меньше 50 милл. руб. Выходитъ на видъ престранная вещь: русскій потребитель расходуетъ на нефтяные товары 50 м. р. и получаетъ барыша 50 м. р. то есть денегъ ничего не расходуетъ, а только выгадываетъ весь нефтяной товаръ. А смыслъ этому тотъ: если-бы такого товара не было, то сожигая американскій керосинъ и англійскій кам. уголь и смазываясь не нефтью, а саломъ, потребитель извелъ бы по крайней мѣрѣ 100 милл. руб. (тоже и во многомъ другомъ промышленномъ). Выгадываетъ, значитъ, дѣло, страна, производство. Итакъ, у русскаго потребителя барышъ, скажемъ, въ 50 милл. руб. Что онъ великъ и примѣрно таковъ, это доказывается, косвенно, тѣмъ, какъ быстро, при нашей устойчивости и недовѣріи, нефтяные товары пробили себѣ дорогу. Не будь крупныхъ барышей у потребителей—этого не могло бы случиться; изъ за барышей потребителей, вѣдь, и идетъ вся промышленность. Притомъ ихъ выгода чистая и вѣрная, безъ рисковъ и случайностей, не то что у добывателей или заводчиковъ, которыхъ весь валовый оборотъ не болѣе 24 милл. руб., а выгоды конечно много меньше 10 милл. руб. Но пойдемъ дальше. Изъ 220 милл. пуд. нефтяныхъ товаровъ пойдетъ на вывозъ по крайней мѣрѣ 200 милл. пуд. Изъ нихъ около 40 милл. пуд. перегнанныхъ маслъ и около 120 милл. пуд. остатковъ развозится по Россіи и около 60 милл. пуд. везется въ Батумъ для заграничнаго сбыта, за что среднимъ числомъ съ пуда платится никакъ не меньше какъ по 17 к., т. е. валовой приходъ перевозчиковъ (кораблей на Каспійскомъ морѣ, пароходовъ на Волгѣ и разныхъ желѣзныхъ дорогъ) не менѣе 34 милл. р., причемъ прямого дохода получается не менѣе 10 милл. руб. Пропустимъ барыши торговцевъ, посредниковъ, хотя и они не малы. Въ заграничную продажу идетъ 50—60 милл. пуд. по средней цѣнѣ около 40 к. за пудъ, около на 20 милл. руб. Морской фрахтъ въ Англію—Японію никакъ не стоитъ меньше 10 милл. руб., а потому у иностранныхъ потребителей, вѣроятно, выгоды отъ пользованія русскимъ керосиномъ не менѣе 30 милл. руб. Ихъ надо считать опять прямымъ доходомъ отъ русскаго нефтянаго дѣла. Сверхъ того, государственное

ная, ученая, торговая, административная, военная и др. спеціальности, какъ и все ранѣе развившееся, продолжаютъ развиваться въ эпоху, характеризующуюся фабриками и заводами, то все же, мнѣ кажется, часъ отъ часу становится болѣе и болѣе необходимымъ для пониманія современности всѣмъ вникнуть въ сущность общихъ интересовъ, представляемыхъ фабриками и заводами.

казначейство, въ видѣ акциза (по 60 коп. съ пуда легкаго керосина и по 50 к. съ пуда тяжелыхъ освѣтительныхъ маслъ), получаетъ въ годъ около 19 милл. руб. Теперь подведемъ счетъ расходовъ и валовыхъ и чистыхъ приходовъ, конечно лишь приближенный.

	Расходъ.	Валовой доходъ.	Чистый доходъ.
Добыватели. . .	8	10	2 милл. р.
Заводчики . . .	17	24	7 »
Перевозчики русс.	24	34	10 »
Государство. . .	?	19	19 »

Для ясности счета я ужъ пропускаю теперь потребителей съ ихъ 50 милл. барыша.

Такимъ образомъ, присчитывая 30 милл. руб., которые уплотятъ иностранцы за 50—60 м. п. русскихъ нефтяныхъ товаровъ, оказывается, что эти товары въ годъ поворачиваютъ не менѣе 100 милл. руб., въ которыхъ барыши на ихъ трудъ и капиталъ у предпринимателей, по добычѣ и обработкѣ, будетъ не больше 9 м. р. Около того же перепадаетъ перевозчикамъ и вдвое болѣе госуд. казначейству, т. е. всѣмъ намъ, а остальные 60 милл. руб. идутъ рабочимъ, т. е. народу. Этотъ заработокъ у всякихъ русскихъ рабочихъ (при добычѣ нефти, сѣрной кислоты и проч., при перегонкѣ и развозкѣ) надо поставить также прямо на приходъ страны, какъ и 50 милл. руб. выгодъ, получаемыхъ потребителями. Такъ-то и выходитъ, что не одни добыватели сырья и заводчики, а мы всѣ, до государства и до иностранцевъ — заинтересованы въ русскомъ нефтяномъ дѣлѣ. И эти прямо денежные, общіе интересы во много, много разъ превосходятъ всѣ возможные интересы предпринимателей, на долю которыхъ падаютъ и всѣ громадные риски. Если бы этого русскаго нефтяного дѣла не было, не только бы цѣны стояли за американскій керосинъ непомѣрно высокія, но и все потребленіе было бы сильно сбавлено, то есть для Россіи потери были бы неисчислимы, не говоря уже о томъ, что 19 милл. руб., получаемыхъ нынѣ государствомъ отъ керосина, такъ или иначе легли бы на русскій народъ инымъ способомъ, который былъ бы навѣрное тяжелѣе, чѣмъ уплата 19 милл. страною, получающею на заработкахъ около 80 милл. руб., да на выгодахъ пользованія дешевымъ керосиномъ около 50 милл. р. Такъ, въ промышленности и мирятся общіе интересы съ личными. Видящіе только личные интересы заводчиковъ и фабрикантовъ въ ихъ предпріятіяхъ, очевидно, упускаютъ болѣе крупные общіе интересы, а тѣ, которые таковыхъ не признаютъ и счетъ общихъ интересовъ отвергаютъ — чужды пониманія общественности. Имъ слѣдовало бы выселяться не въ монастыри, а на островъ Робинзона. А когда бы тамъ собрались всѣ эти непонимателя связи общаго съ личнымъ—они волей или неволей, рано или поздно дошли бы до того, до чего человѣчество уже добралось, продолжая искать всѣми способами рѣшенія задачи помирить общее съ личнымъ. Въ этихъ поискахъ заводы и фабрики составляютъ находку, древности, дикости и рьяному индивидуализму неизвѣстную. Давно это уразумѣвъ, давно горячо и настойчиво я и защищаю, какъ могу, заводы и фабрики отъ той черной грязи, которою еще многіе и многіе хотятъ залѣпить ихъ образъ. Слѣпому все представляется черпымъ, вѣчная ночь. Мнѣ говорятъ: «вѣдь вы химикъ, а не экономистъ, зачѣмъ же входите не въ свое дѣло?» На это необходимо отвѣтить, во-первыхъ, тѣмъ, что быть химикомъ не значитъ еще вовсе чуждаться заводовъ и фабрикъ и ихъ положенія въ государствѣ, а слѣдовательно и сущности экономическихъ вопросовъ, сюда относящихся, во-вторыхъ, тѣмъ, что истиннаго, правильнаго рѣшенія экономическихъ вопросовъ можно ждать впереди только отъ приложенія опытныхъ пріемовъ естествознанія, для которыхъ химія составляетъ одну изъ важнѣйшихъ дисциплинъ, и въ-третьихъ, тѣмъ, что въ дѣлѣ общей, народной и государственной пользы полезно и даже должно слышать голоса не только присяжныхъ экономистовъ, но и всякіе иные. Мой голосъ, я вижу и слышу, созвучитъ согласно съ многими иными русскими. Но если бы онъ оставался и одинокимъ — все же моя увѣренность въ пользѣ и благѣ развитія заводовъ и фабрикъ въ Россіи и въ томъ, что чрезъ нихъ общее мирится съ личнымъ — эта увѣренность такъ велика, что я спокойно остаюсь химикомъ и защищаю мѣры для развитія фабрикъ и заводовъ въ Россіи. Это вошло теперь въ программу русскаго Правительства. Мой голосъ теперь уже не одинокъ. И очевидно, что въ немъ мало силы, такъ какъ, говоря за промышленное развитіе, я всегда столь же громко, даже громче и настойчивѣе, говорилъ и говорю противу принятаго у насъ классическаго пріема средняго образованія, а оно все же живетъ. Но и теперь, какъ всегда, питаю увѣренность, оставаясь тѣмъ же химикомъ, что придетъ пора, когда классицизму намъ привитому наступитъ конецъ, какъ наступилъ несвоевременно привитому намъ фритредерству. На мой взглядъ, однако, тутъ есть и разница: чѣмъ дольше будетъ, мирно развиваясь, жить Россія, чѣмъ болѣе будетъ въ ней укрѣпляться промышленность, тѣмъ болѣе станемъ мы приближаться къ своевременности фритредерства (см. мой Толковый тарифъ), но къ классицизму, разъ разстанемся съ нимъ, никогда не повернемъ, нужды никакой въ немъ нѣтъ, какъ въ общей мѣрѣ; намъ онъ прямо не ко двору, тянетъ насъ куда-то назадъ, а намъ надо впередъ, на широкую дорогу промышленнаго строя всей жизни.

Тамъ есть, кромѣ личныхъ и прямо денежныхъ интересовъ (ихъ избѣгаютъ развѣ только въ вопросахъ чистыхъ: религіи, науки и искусства), множество сторонъ, затрагивающихъ философскую пытливость и общечеловѣческіе, гражданскіе и общественные интересы, вникать въ которые часто невозможно безъ первичнаго знакомства съ задачами и пріемами ихъ рѣшенія, представляемыми фабрично-заводскою промышленностію. Производя свои операціи, заводы и фабрики не только кормятъ массу людей, но и даютъ то, что надо другой болѣе широкой массѣ людей — иначе бы они и не могли вести своихъ дѣлъ. А сверхъ всего прочаго — они стали неизбѣжною необходимостію и составляютъ явленіе не временное, а такое, которое, недавно зародившись, имѣетъ всѣ условія для дальнѣйшаго широчайшаго развитія. Словомъ, сдѣлавшись уже нынѣ однимъ изъ сильнѣйшихъ орудій цивилизаціи, фабрики и заводы заслуживаютъ всеобщаго вниманія. Посвятивъ свою прошлую жизнь безконечнымъ интересамъ чистой науки, остатокъ жизни я желалъ бы отдать ея приложеніямъ на фабрикахъ и заводахъ, потому что вѣрю въ ихъ безпредѣльное усовершенствованіе и въ то, что союзъ науки и промышленности надежнѣе и свободнѣе всякихъ прежнихъ соглашеній, такъ что даже всесильные «булатъ» и «злато», очевидно, будутъ и впредь принуждены, волей или неволей, искать у этого союза условій самаго своего существованія. Союзъ науки и промышленности мирный и раньше всѣхъ иныхъ станетъ всемірнымъ, потому что имѣетъ предметомъ благо знаній и благоденствіе людей.

Многимъ, отъ недосмотра, представляется, что между сельскохозяйственнымъ и промышленнымъ бытомъ существуетъ прирожденный антагонизмъ, непримиримыя отношенія; одно рисуется какъ нѣчто естественное, другое какъ искусственное. Въ переходныя эпохи, какую переживаетъ Россія со времени начала царствованія Императора Александра III, это до нѣкоторой степени и оправдывается. Но, какъ юность переходитъ въ зрѣлость, какъ самое сельское хозяйство изъ экстензивныхъ начальныхъ и естественнѣйшихъ своихъ формъ принуждено переходить къ болѣе искусственнымъ интензивнымъ формамъ, какъ пастушеская патріархальность естественно, хотя и съ сожалѣніемъ, по ходу развитія, замѣнялась сельскохозяйственнымъ порядкомъ, такъ естественъ и переходъ отъ сельскохозяйственнаго строя къ промышленному. Этотъ послѣдній много сложнѣе, включаетъ въ себя и всѣ прошлые строи и потребности, не сразу понимается и содержитъ въ себѣ всѣ условія для высшаго процвѣтанія сельскаго хозяйства. Гдѣ развиты фабрики и заводы, какъ въ Англіи, Бельгіи, Франціи— земля пріобрѣтаетъ высшую цѣнность, культура растеній и разведеніе животныхъ достигаютъ наивысшихъ степеней, страна покрывается садами и общая доходность сельскаго хозяйства растетъ, не говоря уже о томъ, что сельскіе хозяева часто превращаются въ фабрикантовъ и заводчиковъ, а эти послѣдніе тяготѣютъ къ сельскохозяйственности. Такъ понемногу наступаетъ, а затѣмъ и явно наступитъ у насъ, живая связь прошлаго съ новымъ, естественный ростъ, переходъ отъ сельскохозяйственнаго быта къ промышленному, интересамъ котораго посвящается эта книга именно потому, что задачи и способы промышленности, сколько я вижу, рѣдко еще понимаются у насъ правильно, часто толкуются превратно. Хотя я самъ сельскимъ хозяйствомъ не только интересовался, но и усердно занимался, остаюсь и нынѣ землевладѣльцемъ, а фабрикантомъ и заводчикомъ не былъ, однако скажу, что, начнись моя жизнь снова, я бы личнымъ примѣромъ постарался показать плодотворность связи сельскаго хозяйства съ фабрикой или заводомъ. Въ нихъ, я думаю, ближе всего искать большинству нашихъ землевладѣльцевъ выходъ изъ неудобствъ, проистекающихъ отъ современной дешевизны хлѣбовъ. Сосѣдніе заводы, кромѣ того, будутъ и лучшими покупателями на тѣ скоропортящіеся, дешевые, а потому и не могущіе далеко вывозиться продукты интензивной культуры, подобные корнеплодамъ, которые теперь нельзя и производить вдали отъ городовъ за недостаткомъ мѣстныхъ покупателей. Если же наши землевладѣльцы, какъ желательно мнѣ думать, станутъ фабрикантами и заводчиками, они скоро поймутъ

изъ примѣровъ благодѣтельное вліяніе, оказываемое заводами и фабриками на весь хозяйственный бытъ мѣстности. Для того, чтобы это случилось, мало капитала и предпріимчивости, а необходимо знать не только мѣстныя условія (землевладѣльцамъ эти свѣдѣнія легко пріобрѣсти отъ окружающихъ лицъ), но и всякія техническія подробности, относящіяся къ выбранному производству, а такое спеціальное знакомство съ опредѣленнымъ заводскимъ дѣломъ невозможно помимо предварительнаго знакомства съ общими началами фабрично-заводскихъ производствъ, что и составляетъ главную цѣль начинаемой моей книги, отъ которой нельзя требовать ни многихъ техническихъ подробностей, ни полноты относительно всѣхъ видовъ фабрикъ и заводовъ. Избираются лишь такіе, которые производятъ массовые товары, всюду находящіе сбытъ, притомъ разсматриваются лишь производства хорошо разработанныя и въ общихъ чертахъ всѣмъ ясныя по своимъ цѣлямъ и сырью. Подбирая примѣры, я имѣю въ виду, кромѣ того, современныя русскія средства и потребности и то обстоятельство, что сущность пріемовъ, примѣняемыхъ на всякихъ фабрикахъ и заводахъ, постигается изъ сознательнаго знакомства съ немногими примѣрами. Притомъ я избѣгаю производствъ такъ сказать новорожденныхъ, напр., полученіе перекиси водорода или ацетилена, производствъ отживающихъ или отжившихъ свой вѣкъ, напр. обработка марены или добыча поташа изъ золы, производствъ, требующихъ рѣдко встрѣчающихся матеріаловъ, напр. полученіе ртути или хотя бы каучуковыхъ издѣлій, и, наконецъ, такихъ, которыя относятся къ товарамъ, идущимъ въ относительно малыхъ количествахъ, напр. анилиновыхъ красокъ или хотя бы сѣрнаго эфира, потому что вовсе не имѣю въ виду полноту изложенія, а стремлюсь, какъ умѣю, избрать самое поучительное, типическое и дающее всюду спрашиваемые товары, знакомящее съ манерами дѣйствій фабрикъ и заводовъ. Производство чугуна, желѣза, стали, извести, цемента, гончарныхъ издѣлій, стекла, сѣрной кислоты, суперфосфата, соды, спирта, муки, крахмала, сахара, керосина, писчей бумаги, пряжи и тканей и еще немногія другія взойдутъ въ эту книгу не только потому, что достаточно разработаны, чтобы объ нихъ можно было говорить, не впадая въ рецепты, которые годны развѣ ремесламъ, но и потому, что, избравъ немногіе примѣры, я надѣюсь еще успѣть лично участвовать въ выполненіи задачи, чего не могъ бы сдѣлать, если бы сколько-нибудь ее расширилъ до полноты, къ которой стремятся или общія руководства по технологіи, или техническія энциклопедіи, подобныя изданнымъ Кармаршемъ, Муспратомъ, Фишеромъ, Торпе, Лабуле и др. Замѣчу при этомъ, что дѣло заводовъ и фабрикъ движется теперь столь быстро, что дѣйствительной полноты и современности отъ сколько либо общаго сочиненія ждать и невозможно. Поэтому-то я и не стараюсь о полнотѣ, а избираю лишь то, на чемъ, по моему мнѣнію, можно научиться пониманію средствъ и цѣлей, преслѣдуемыхъ фабриками и заводами. Пусть перестанутъ вовсе современемъ добывать соду по способамъ Леблана или Сольвея (напр. замѣнятъ гальваническимъ способомъ, на что уже есть и попытки), все же пріемы того и другого способа останутся поучительными и повторятся во множествѣ иныхъ производствъ, и взаимное отношеніе обоихъ способовъ останется поучительнѣйшимъ примѣромъ заводскихъ успѣховъ и разсчетовъ. Другими словами, въ своей книгѣ я преслѣдую разборъ примѣровъ и желаніе распространить у насъ сознательное отношеніе къ научной и экономической сторонѣ дѣлъ заводовъ и фабрикъ. Въ томъ, чего я самъ не успѣю осилить, я обращаюсь къ моимъ друзьямъ и къ тѣмъ, кто сочувствуетъ поставленнымъ задачамъ, въ надеждѣ, что они не откажутъ мнѣ въ содѣйствіи. Во всемъ, что будетъ сдѣлано такими моими сотрудниками, будутъ прямо указаны имена авторовъ, прямо или косвенно содѣйствовавшихъ моему изложенію. Но я считаю излишнимъ приводить всѣ тѣ источники, которыми я пользовался при составленіи своей книги, потому что это излишнимъ образомъ ее усложнитъ [4]. Само собою

---

[4] Самая трудная для исполненія часть за-

разумѣется,что я не могу обойтись однимъ запасомъ личныхъ своихъ свѣдѣній, что мнѣ приходится обращаться къ множеству источниковъ, но я все собранное стараюсь претворить въ желаемую форму изложенія такими же, по существу, пріемами, какихъ я держался въ другомъ своемъ сочиненіи «Основы химіи», которое, какъ могу думать, не чуждо самостоятельности, если его перевели на англійскій, нѣмецкій и французскій языки. Однако, въ дѣлѣ заводовъ и фабрикъ многое мнѣ менѣе знакомо, чѣмъ въ химіи, а потому въ этой книгѣ часто мнѣ придется придерживаться мнѣній другихъ лицъ; въ случаяхъ, возбуждающихъ какіе-либо оттѣнки сомнѣнія, я стану (въ выноскахъ) цитировать имена лицъ, за которыми слѣдую въ своемъ изложеніи. Рисунками я буду стараться дополнять сказанное въ книгѣ, притомъ подпись подъ каждымъ рисункомъ будетъ выражать его содержаніе и дополнять изложеніе. Большинство рисунковъ, конечно, будетъ заимствовано изъ разныхъ техническихъ изданій, потому что составленіе оригинальныхъ рисунковъ не только очень хлопотливо и мнѣ вовсе не подходитъ, но и совершенно излишне, такъ какъ въ задачи моей книги входитъ описаніе лишь того, что наиболѣе распространено, а оно все уже имѣетъ свои рисунки. Въ нихъ я не преслѣдую того, что достигается, такъ называемыми, конструкторскими чертежами, потому что не пишу руководства для заводчиковъ и фабрикантовъ, а только желаю остаться понятымъ начинающими лицами. Наглядность и разъясненіе сущности пріемовъ для цѣлей моей книги важнѣе всего, а потому рисунки будутъ помѣщены въ видѣ политипажей.

Выяснивъ нѣкоторыя общія положенія, касающіяся фабрикъ и заводовъ, а въ предшествующихъ страницахъ этого параграфа цѣль и средства своей книги, я перехожу къ отдѣльнымъ частностямъ, начиная съ топлива, которому посвящается гл. 1-я, а во 2-й главѣ обращаюсь къ пріемамъ его примѣненія на фабрикахъ и заводахъ.

1896 г.

дачи, принятой мною при составленіи предлагаемой книги, есть неизбѣжно необходимая краткость, то есть небольшой объемъ всего изданія при возможной ясности изложенія. Большое сочиненіе писать и составлять много легче, но оно неизбѣжно вышло бы дорогимъ и, что всего важнѣе, мало пригоднымъ для заглавной моей цѣли: содѣйствовать распространенію основныхъ свѣдѣній о фабрикахъ и заводахъ, по возможности, въ наибольшемъ кругѣ русскихъ читателей. Для того, чтобы достичь желательной краткости, я прежде всего выбираю ограниченное число производствъ, а затѣмъ стараюсь быть сколь возможно сжатымъ, хотя и не уклоняюсь мѣстами отъ разбора тѣхъ частностей и мнѣній, разсмотрѣніе которыхъ мнѣ кажется поучительнымъ, равно какъ отъ изложенія и защиты своихъ личныхъ взглядовъ, если они мнѣ кажутся подходящими къ предмету издаваемаго сочиненія.

То, что болѣе всего отвѣчаетъ сущности изложенія, напечатано крупнымъ шрифтомъ, а добавочныя подробности разнаго рода я помѣстилъ въ выноскахъ, въ которыхъ допускаю себѣ наиболѣе свободы изложенія и въ пользѣ которыхъ я убѣдился при изданіи «Основъ химіи». При первоначальномъ чтеніи выноски можно пропускать. Сжатость же изложенія заставляетъ меня избѣгать по возможности всѣхъ такихъ подробностей, которыя я считаю не особенно важными или легко находимыми въ другихъ сочиненіяхъ, напр., въ руководствахъ по химіи и физикѣ. На сколько мнѣ удастся соединить эту краткость съ ясностію и внушительностію изложенія — судить мнѣ самому нельзя, тѣмъ болѣе, что я очень мало и очень давно преподавалъ техническую химію, а чтеніе лекцій многое уясняетъ въ вопросахъ этого рода. Закончу эту замѣтку, сказавъ, что къ многимъ общимъ вопросамъ и предметамъ, разбиравшимся въ этомъ Введеніи, я возвращаться въ остальныхъ частяхъ этого сочиненія не предполагаю, хотя и въ нихъ не стану избѣгать ни всеобщаго, ни чисто русскаго, ни личныхъ разнорѣчій — на сколько это будетъ, по моему мнѣнію, касаться «Основъ фабрично-заводской промышленности», назначенныхъ преимущественно для свѣжихъ, не предубѣжденныхъ русскихъ читателей, желающихъ получить первое знакомство съ фабрично-заводскими интересами и способами, среди которыхъ, должно же видѣть множество интересовъ общечеловѣческихъ и общерусскихъ, и способовъ, опирающихся на разработку высшихъ частей наукъ о природѣ. Близость нѣкоторыхъ физико-химическихъ задачъ съ многими сторонами фабрично-заводскихъ дѣлъ и меня самаго сблизила съ техникой, заставила взглянуть на нее глазами естествоиспытателя. На этотъ путь призываю своею книгою и всѣхъ могущихъ отличить неизбѣжное отъ случайнаго и современное отъ ожидаемаго.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Топливо.

§ 5. Примѣненіе топлива для нагрѣванія жилищъ и приготовленія пищи играетъ лишь второстепенную роль [1] при господствѣ промышленности, которая не только вызвала выработку огромныхъ массъ каменнаго угля и торфа, но и содѣйствовала изученію всякихъ видовъ топлива, чтобы правильно ихъ цѣнить и примѣнять, прилагая усилія къ ихъ возможному сбереженію [2]. Не считая дерева, торфа и т. п., одного каменнаго угля въ Европѣ и С. А. С. Штатахъ (т. е. примѣрно для 450 м. жителей) ежегодно добывается и расходуется нынѣ болѣе 33.000 милл. пуд. (550 милл. тоннъ) [2bis], такъ что стоимость его (болѣе $2^1/_2$ милліардовъ р. на мѣстахъ добычи) уже много превосходитъ стоимость всѣхъ добываемыхъ въ мірѣ металловъ (менѣе 2 милліардовъ руб. въ годъ) и приближается къ цѣнѣ зерновыхъ хлѣбовъ, получаемыхъ названными странами, такъ какъ превосходитъ ихъ добычу примѣрно въ 3 раза по массѣ, а по цѣнѣ на мѣстахъ добычи нынѣ развѣ немногимъ только ниже трети средней цѣны совокупности зерновыхъ хлѣбовъ (кукурузы, овса, ржи, пшеницы и т. п.). Если же присоединить сюда цѣнность сожигаемыхъ дровъ, торфа, нефти и т. п. и принять во вниманіе съ одной стороны слабое возрастаніе добычи хлѣбныхъ зеренъ и паденіе міровыхъ на нихъ цѣнъ, а съ

---

[1] Статистика топлива понынѣ не достаточно выработана, чтобы знать количество его, примѣняемое для отдѣльныхъ цѣлей даже въ промышленно развитыхъ странахъ. Для Великобританіи, однако, извѣстно (Белль), что изъ 140 милл. тоннъ к. угля, потребленнаго въ странѣ въ 1881 году (въ 1891 г. потреблено болѣе 160 м. тоннъ), только 27 м. т. или менѣе $20\%_0$ израсходовано на домашнее примѣненіе, въ которомъ дерево и торфъ въ этой странѣ почти не принимаютъ участія. Остальные $80\%_0$ пошли на цѣли промышленныя. Для Россіи извѣстно, что по желѣзнымъ дорогамъ провозится въ годъ около 160 м. пуд. дровъ, а по водянымъ путямъ сплавляется около 200 м. п., но общая потребность дровъ въ Россіи опредѣляется лишь гадательно, примѣрно въ 12 милліардовъ пуд., а такъ какъ для фабрикъ, заводовъ, пароходовъ и желѣзн. дорогъ, судя по отчетамъ, идетъ болѣе 1000 мил. пуд. (1892 г.) и другихъ видовъ топлива (к. угля, торфа и нефти), при переводѣ на дрова, не менѣе 1800 м. п., то промышленную потребность Россіи должно оцѣнить нынѣ не ниже 3 милліардовъ п. дровъ, всю-же потребность около 15 милліар. п. дровъ, изъ которыхъ только около 3 милліар. пуд. замѣняются каменнымъ углемъ, торфомъ и нефтью. Такимъ образомъ, въ Россіи домашнее потребленіе составляетъ около $80\%_0$, а промышленное около $20\%_0$. Малое еще развитіе въ нашей странѣ промышленности сравнительно съ Англіею объясняетъ указанное явленіе, а малое развитіе каменно-угольной добычи при сравнительной дешевизнѣ лѣсовъ въ нѣкоторыхъ частяхъ Россіи объясняетъ и массу лѣса, потребляемаго для топлива. Считаю не излишнимъ обратить здѣсь вниманіе на то, что для замѣны 15 милліардовъ п. дровъ потребно около 6 милліар. п. к. угля, что потребовало бы увеличенія существующей его добычи (около 500 м. п.) въ 12 разъ, а такъ какъ въ послѣднія 10 лѣтъ добыча каменнаго угля въ Россіи болѣе чѣмъ удвоилась и нѣтъ препятствій и впредь къ такому же ея быстрому росту, такъ какъ многіе бассейны (московскій, уральскій, кузнецкій и др.) едва начали разработку, то въ сравнительно не далекомъ будущемъ (30—50 лѣтъ) можно ждать, что при благопріятномъ ходѣ дѣлъ большая часть Россіи (центръ, юго-западъ, югъ и юго-востокъ) можетъ перейти исключительно на каменно-угольное топливо.

[2] Топливомъ должно назвать лишь горючія вещества, сожигаемыя для производства тепла. Но оно, т. е. нагрѣваніе, и помимо того можетъ производиться и производится многими способами, напр., солнечною теплотою, теплотою внутренности земли (наприм. фумаролами вулканическихъ мѣстностей), механическими силами (при помощи тренія), дѣйствіемъ электричества (напр. въ электрическихъ печахъ) и множествомъ экзотермическихъ, химическихъ и физическихъ процессовъ, сопровождающихся выдѣленіемъ тепла (напр. сгущеніемъ газовъ и паровъ въ жидкость, дѣйствіемъ воды на сѣрную кислоту или крѣпкій растворъ щелочи и т. п.). Однако, всѣ такіе способы нагрѣва, въ природѣ весьма важные и могущіе современемъ играть и въ техникѣ важную роль, нынѣ имѣютъ лишь очень малое значеніе въ фабрично-заводской промышленности, современное положеніе которой характеризуется полученіемъ нагрѣванія чрезъ сожиганіе горючимъ матеріаловъ. Въ будущемъ это можетъ сильно измѣниться и ближайшій источникъ тепла, вѣроятно, доставятъ водопады, силу которыхъ, начиная съ Ніагары, уже начали превращать въ электрическую энергію, а эту послѣднюю примѣнять въ электрическихъ печахъ.

[2bis] Числа, сюда относящіяся, даны въ § 13.

другой стороны быстрый ростъ потребленія топлива [3] и почти повсемѣстное (въ указанныхъ странахъ) возрастаніе его цѣнъ [4], то станетъ очевиднымъ, что современная потребность въ топливѣ уже стала въ рядъ первостепеннѣйшихъ, что и заставляетъ предпослать изученіе топлива всѣмъ другимъ частямъ техники. Сбереженіе даже въ нѣсколько процентовъ расхода топлива доставляетъ поэтому потребителямъ и промышленности громадные капиталы, а всѣ выгоды предпріятій, опредѣляющихъ современную промышленность, конечно, много меньше расходовъ на топливо. Словомъ, топливо есть главная питательная пища современной промышленности [4 bis]. Причину быстраго возрастанія спроса на топливо въ періодъ развитія промышленности составляетъ примѣненіе большихъ его количествъ для всѣхъ важнѣйшихъ фабрикъ (ткацкихъ, прядильныхъ, мукомольныхъ и т. п.) и заводовъ (металлургическихъ, химическихъ, сахарныхъ, винокуренныхъ, газовыхъ, электрическихъ и т. п.), для паровозовъ, пароходовъ и въ горномъ дѣлѣ (для выкачиванія воды, буренія и т. п.), а ростомъ ихъ характеризуется промышленная эпоха [5]. Особенно важно при этомъ обратить вниманіе на потребленіе топлива паровыми машинами, работа которыхъ въ мірѣ превосходитъ нынѣ 60 милл. лошадиныхъ силъ. А такъ какъ въ часъ среднимъ числомъ идетъ на каждую лошадиную силу около $^1/_{15}$ п. каменнаго угля, и рабочихъ часовъ въ день едва ли въ среднемъ менѣе 15-ти, то въ годъ среднимъ числомъ надо на каждую лошадиную силу (индикаторную)

---

[3] Быстрый ростъ за послѣднее время видѣнъ изъ данныхъ (Phillips) общей міровой добычи; въ милл. тоннъ: 1865 г.=182, 1870 г. =218, 1875 г. = 285, 1880 г. = 339, 1885 г. =413, 1890 г.=513 м. т. Это даетъ возрастаніе за послѣднія 10 лѣтъ болѣе, чѣмъ по 17 милл. тоннъ въ годъ (около 1060 м пуд.)

[4] Напр., по даннымъ подробной переписи (Census) въ 1880 г. общая средняя цѣна тонны каменнаго угля на мѣстахъ добычи въ С. А. С. Штатахъ была = 1,47 доллара, а по 11-й переписи въ 1890 г. = 1,58 доллара, т. е. поднялась на $7^1/_2\%$. Замѣтимъ, что эта цѣна (1890 г.) при переводѣ на наши единицы отвѣчаетъ 5,1 к. кр. за пудъ на мѣстахъ добычи. Въ большей части Россіи среднія цѣны почти такія же, хотя иногда и ниже.

[4 bis] Нерѣдко дѣло представляется въ томъ видѣ, что промышленность есть истребитель естественнѣйшаго вида топлива — дерева. И это такъ, но только въ эпохи наиболѣе близкія къ чисто сельскохозяйственнымъ, когда еще промышленность не вступила въ свое прочное состояніе, такъ какъ при немъ она не довольствуется древеснымъ топливомъ и на него смотритъ прозорливѣе, чѣмъ въ начальныя эпохи. Пустыни многихъ частей Азіи и сплошная вырубка лѣсовъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Россіи совершились въ эпоху вовсе не промышленную. Въ ней ищутъ болѣе обильныхъ источниковъ топлива: торфа и каменныхъ углей, ихъ открываютъ и стараются даже въ нихъ сдѣлать всю возможную экономію, а лѣса разводятъ и берегутъ. Англія и Бельгія, самыя промышленныя страны—точно сады, вездѣ, гдѣ можно, засажены деревомъ. Охрана древесной растительности составляетъ одинъ изъ признаковъ наступленія промышленной эпохи.

[5] Быстрое возрастаніе промышленности повлекло за собою расходъ минеральныхъ видовъ топлива особенно каменнаго угля. А такъ какъ его запасы не возобновляются, то рано или поздно долженъ наступить такой недостатокъ топлива, который должно сравнить съ настоящимъ голодомъ. Хотя пессимистическія ожиданія этого даже для Англіи еще не наступили (тамъ находятъ все новые пласты углей и добыча растетъ) и міровая торговля долго еще будетъ восполнять недостачу угля, если она настанетъ въ Европѣ, тѣмъ не менѣе нельзя ждать, что промышленность остановится въ своемъ движеніи изъ за недостатка въ минеральномъ топливѣ, если онъ и станетъ когда-нибудь явнымъ. Сущность такой увѣренности основывается на томъ, что главная масса угля идетъ для произведенія движенія (паров. машинъ) и для полученія высокихъ температуръ, а то и другое можно производить, пользуясь какъ энергіею (тепломъ) солнечныхъ лучей, такъ и запасомъ даровыхъ силъ природы, подобныхъ водопадамъ, вѣтрамъ, морскимъ приливамъ, также какъ и низкою температурою морскихъ глубинъ (и высокихъ горъ) и возвышенною темпер. въ земныхъ глубинахъ. Начало всему этому нынѣ уже имѣется, и средства очевидны, но сравнительная дешевизна каменнаго угля и привычная простота пользованія имъ заставляютъ отдавать ему до нынѣ предпочтеніе. А такъ какъ накопленіе запасовъ природной силы (въ аккумуляторахъ всякаго рода, начиная съ электрическихъ, и водяныхъ запрудахъ) также стало извѣстно уже нашему времени, а экономизированіе силъ, потребныхъ для выполненія должной работы (напр., пряденія, тканья, размола, перевозки и т. п.), также со всѣхъ сторонъ мало-по-малу достигается, то, вѣря въ успѣхи знанія и въ союзъ промышленности съ наукою, нѣтъ основаній опасаться за возможность остановки промышленности по недостатку минеральнаго топлива въ будущемъ. Россіи же съ ея едва початыми запасами топлива менѣе всѣхъ другихъ странъ Европы умѣстно впадать въ подобный пессимизмъ (см. § 13).

не менѣе 300 пуд., слѣдовательно на всѣ около 18000 мил. пуд. каменнаго угля, то есть по крайней мѣрѣ половину его годовой добычи. Въ мірѣ добываютъ ежегодно около 1400 милл. пуд. чугуна. На пудъ его идетъ около $1^1/_2$ пуд. кокса или около $2^1/_4$ пуд. к. угля, да на передѣлку въ желѣзо и сталь по крайней мѣрѣ $^3/_4$ пуда, слѣдовательно на все желѣзное производство (не говоря о машинахъ) идетъ въ годъ не менѣе 4000 милл. пуд. к. угля. Въ этихъ примѣрахъ видны уже крупные виды расхода топлива на потребности промышленнаго вѣка, характеризующіяся нынѣ паровыми двигателями и сталью.

Прежде чѣмъ разсматривать отдѣльные виды топлива (§§ 11—18) и пользованіе ими для нагрѣванія, считаю необходимымъ остановиться на общихъ вопросахъ о составѣ топлива (§ 6), о количествѣ какъ воздуха, потребнаго для его полнаго сожиганія, такъ и происходящаго дыма (§ 7), о теплотѣ, развиваемой горѣніемъ топлива (§ 8), о высшей температурѣ, при этомъ достигаемой (§ 9), и о дѣйствіи жара на топливо (§ 10), такъ какъ всѣ эти предметы уясняютъ многія стороны знанія и примѣненія топлива, а слѣдовательно и способы экономическаго имъ пользованія.

§ 6. **Составъ топлива, подлежа значительнымъ измѣненіямъ, опредѣляетъ важнѣйшія его качества (тепло- и жаро-производительность, §§ 8 и 9) и количество потребнаго для сожиганія воздуха (§ 7), отъ котораго зависитъ количество сгорающаго топлива и устройство печей и трубъ, а потому при раціональномъ пользованіи топливомъ химическій составъ его долженъ быть извѣстенъ съ возможною точностію. При данномъ видѣ топлива это относится особенно къ перемѣнному количеству влажности (воды) и золы (минеральнаго или негорючаго остатка), такъ какъ онѣ нерѣдко содержатся въ измѣнчивой пропорціи и не служатъ для развитія тепла, а нагрѣваясь до температуры горѣнія, поглощаютъ тепло и понижаютъ температуру. Только въ жидкихъ и газообразныхъ (охлажденныхъ) видахъ топлива количество влажности и золы обыкновенно столь мало, что почти не вліяетъ на свойства топлива. Въ деревѣ хотя содержаніе золы мало и постоянно, но измѣнчивость влажности (степень сухости) играетъ важную роль въ примѣненіи для сожиганія. Въ каменныхъ углях особо сильно мѣняется количество золы, въ торфахъ—золы и влаги. Числа, сюда относящіяся, необходимо заводчику знать, чтобы правильно судить объ относительной стоимости разныхъ видовъ топлива и о количествѣ тепла и температурѣ, на которыя онъ можетъ разсчитывать, сожигая свое топливо [1]. Во многихъ случаяхъ топливо можно получить съ опредѣленнымъ заранѣе составомъ (напр. данный сортъ каменнаго угля, дровъ и т. п.), но нерѣдко (для провѣрки показаній или при ихъ отсутствіи) приходится и на самомъ заводѣ производить опредѣленіе состава, особенно содержанія воды и золы. Въ этихъ случаяхъ особенно важно подвергать изслѣдованію не случайную долю топлива, а правильно составленную среднюю (или такъ называемую генеральную) его пробу [2], которая должна**

---

[1] Искусственно изготовляемые виды топлива, напр., древесный уголь, коксъ, брикеты, прессованный торфъ, водяной газъ, нефтяные остатки и т. п. очень часто могутъ представлять болѣе гарантій въ отношеніи постоянства состава и золы съ влагою, чѣмъ естественные виды топлива, а потому при закупкѣ дровъ должно оговаривать ихъ степень влажности, при каменномъ углѣ знать составъ и особенно содержаніе золы (измѣняется отъ 3 до 40%), при торфѣ особенно количество влаги и золы. Заводскіе разсчеты могутъ сильно страдать отъ упущенія этихъ указаній.

[2] Даже для жидкаго топлива, помѣщеннаго въ резервуарѣ, не говоря о твердомъ, отдѣльныя части, взятыя для пробы, могутъ дать невѣрное понятіе о всей массѣ примѣняемаго топлива. Такъ, напр., въ резервуарѣ съ нефтью на поверхности могутъ или скопляться болѣе легкія части, или происходить испареніе летучихъ частей, а внизу могутъ висѣть осѣдающія части земли или воды. Отдѣльные куски каменнаго угля и торфа могутъ содержать менѣе или болѣе каменистыхъ подмѣсей и влаги, даже отдѣльные куски дерева будутъ содержать ненормальное количество коры и влаги, то есть не могутъ выражать средняго состава топлива. Для его полученія необходима *средняя или генеральная проба*, состоящая изъ совокупности образцовъ, взятыхъ изъ разныхъ частей по возможности всей массы изучаемаго топлива. Такъ, напримѣръ, дѣлая запасъ каменнаго угля, въ особое мѣсто собираютъ каждую 50-ую или сотую тачку, сборъ этотъ выравниваютъ на площадкѣ въ видѣ квадрат-

выражать въ маломъ видѣ средній составъ всей массы примѣняемаго топлива [3].

Количество воды (влажности) въ топливѣ опредѣляется высушиваніемъ до постояннаго вѣса. Хотя высушиваніе идетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше нагрѣваніе, а разложеніе обычныхъ твердыхъ видовъ топлива совершается въ замѣтной мѣрѣ только при температурахъ 150°, тѣмъ не менѣе при опредѣленіи влаги необходимо вести нагрѣваніе не выше 50°, потому что при температурахъ 100°—120° многіе виды топлива, особенно торфъ и каменные угли, поглощаютъ кислородъ воздуха [4]. Для ускоренія же полнаго высушиванія полезно вести его при слабомъ нагрѣваніи (около 50°) въ разрѣженномъ пространствѣ [5], въ замкнутомъ сосудѣ (экспикаторѣ), въ присутствіи крѣпкой сѣрной кислоты. Приближенное же понятіе о степени сухости дровъ, торфа и каменнаго угля легко получить изъ потери вѣса при продолжительномъ (въ всякомъ случаѣ, до постоянства вѣса сухого остатка) высушиваніи на свободномъ воздухѣ при температурахъ между 40°—80°, которыя легко отыскиваются около печей или паровиковъ.

Опредѣленіе золы (пепла или землистаго, минеральнаго остатка отъ сожиганія) производится осторожнымъ накаливаніемъ взятой пробы и выжиганіемъ угля изъ остатка, вѣсъ котораго и принимается за вѣсъ золы [6]. Ея коли-

---

ной кучи, ее дѣлятъ на равныя части, напр., на 12, и изъ нихъ отбираютъ, напр., четверть, т. е. 3 части. Ихъ измельчаютъ въ куски меньшей величины, чѣмъ начальная, перемѣшиваютъ и опять равномѣрно складываютъ, дѣлятъ и отбираютъ опредѣленную долю, продолжая такую же операцію, пока не получится средняя проба въ нѣсколько фунтовъ угля, которые измельчаютъ, перемѣшиваютъ и хранятъ до изслѣдованія, при которомъ нерѣдко мелкій порошокъ въ соотвѣтственныхъ стальныхъ цилиндрахъ сдавливаютъ въ маленькіе цилиндры, съ которыми легче обращаться. Сущность дѣла сводится на то, чтобы каждая отдѣльность такой пробы представляла дѣйствительно средній составъ всей массы изслѣдуемаго топлива.

[3] Не должно, однако, забывать, что въ дѣйствительной практикѣ неизбѣжны нѣкоторыя отступленія отъ средняго состава, напр., вслѣдствіе высыханія или влагопоглощенія поверхностныхъ частей склада топлива, отсѣиванія мелочи на дно кучи, дождя или снѣга при доставкѣ изъ склада къ топкѣ и т. п. Такъ, напр., изслѣдуя плитки прессованнаго торфа изъ Приновки (около Петербурга), найдено послѣ двухъ недѣль храненія 5 — 6% влажности, а послѣ года храненія въ закрытомъ помѣщеніи 10—12% влажности. Дрова при храненіи часто теряютъ 5—10% влажности. Каменные угли, особенно газовые, при храненіе *иногда* окисляясь увеличиваются въ вѣсѣ до 10% и теряютъ (Малеръ) въ своей теплопроизводительности до 20%. На основаніи этого при употребленіи твердаго топлива въ заводской практикѣ обыкновенно нельзя ручаться за точность состава больше, какъ въ предѣлѣ 2—4%, что должно принимать въ разсчетъ, особенно когда идетъ рѣчь о теоретическомъ разсчетѣ теплопроизводительности.

[4] Сушеніе каменнаго угля, торфа и даже дерева никогда не слѣдуетъ—ради ускоренія—дѣлать при температурахъ выше 105° Ц. и лучше всего вести при обыкновенной или едва повышенной темпер., до постояннаго вѣса, потому что при нагрѣваніи поглощается кислородъ воздуха, прибываетъ вѣсъ, а затѣмъ начинается выдѣленіе газообразныхъ продуктовъ разложенія, что свойственно даже чистой клѣтчаткѣ и весьма ясно въ каменныхъ углях, особенно же содержащихъ колчеданы и смолистыхъ. При 120° даже антрациты увеличиваются на 2% по вѣсу [3].

[5] Сушеніе, при обыкновенной температурѣ, скорѣе всего идетъ въ разрѣженномъ пространствѣ (разрѣженіе достигается проще всего водянымъ струйнымъ насосомъ) заключающемъ сѣрную кислоту, которая помѣщается *выше* высушиваемаго предмета. Притомъ должно не забывать, что высушенныя, особенно порошковатыя и пористыя, вещества, напр., дерево, скоро поглощаютъ влагу воздуха, а потому взвѣшиваніе лучше производить въ сосудѣ, запирающемся стеклянною пробкою, которою замыкается высушиваемое тотчасъ послѣ извлеченія изъ экспикатора.

[6] Въ дѣйствительности въ золѣ или пеплѣ, остающемся въ печахъ или проваливающемся чрезъ колосники топки, всегда почти содержится не догорѣвшій уголь. Въ замѣнъ того часть золы дымовою тягою уносится въ трубу, а нѣкоторая доля улетаетъ съ дымомъ, если тяга сильна. Изъ дымовой сажи или изъ самаго дыма водою можно даже извлекать уносимыя щелочи (не безъ выгоды для дымосожиганія и съ доходомъ отъ щелочи). Далѣе должно обратить вниманіе на то, что количество золы, полученное вышеописаннымъ способомъ, нерѣдко не отвѣчаетъ количеству минеральныхъ составныхъ частей топлива, особенно же вслѣдствіе содержанія во многихъ видахъ твердаго минеральнаго топлива колчедана FeS^2 и глины. Колчеданъ, сгорая по уравненію $2FeS^2+O^{11}=Fe^2O^3+4SO^2$, оставляетъ въ остаткѣ окись желѣза, количество которой $=\frac{2}{3}$ вѣса колчедана (иногда часть желѣза остается въ видѣ закиси, тогда вѣсъ остатка еще менѣе). О количествѣ колчедана нѣкоторое (хотя не полное) сужденіе доставляетъ содержаніе желѣза въ золѣ и количество *горючей* сѣры (см. далѣе). Глина (сланцы и др. водныя

чество значительно (болѣе 10 до 30 и выше $^0/_0$) только для такихъ сортовъ горючихъ сланцевъ, каменныхъ углей и торфа, которые находятъ лишь мѣстное примѣненіе и невыгодны для отдаленнаго вывоза [7].

Помимо влажности и золы всѣ виды топлива представляютъ *углеводородныя вещества*, содержащія болѣе или менѣе кислорода и азота и затѣмъ еще нѣкоторыя количества сѣры [8], содержаніемъ которыхъ и опредѣляются многія качества топлива. Горятъ и даютъ тепло углеродъ и водородъ, кислородъ увеличиваетъ вѣсъ топлива и уменьшаетъ его полезное дѣйствіе (кислородъ въ топку доставляется безъ того воздухомъ), азотъ при горѣніи топлива тепла не даетъ, а сѣра, хотя, сгорая, и развиваетъ теплоту, но ея содержаніе удорожаетъ очистку металловъ (напр. желѣза) и заражаетъ воздухъ вредною подмѣсью сѣрнистаго газа (SO^2), а потому, чѣмъ ея меньше въ топливѣ (напр. въ деревѣ), тѣмъ лучше. *Элементарный анализъ* или опредѣленіе проц. содержанія названныхъ элементовъ топлива обыкновенно состоитъ въ опредѣленіи для одной пробы содержанія углерода и водорода, для другой—азота и для третьей—сѣры [9], о количествѣ же кислорода судятъ обыкновенно по разности $100^0/_0$ отъ суммы процентнаго содержанія всѣхъ другихъ составныхъ началъ [10].

составныя части подмѣсей топлива) при выжиганіи золы теряетъ содержащуюся воду, которая при сушеніи не выдѣляется, а потому очень часто вѣсъ золы менѣе вѣса не горючихъ минеральныхъ видовъ топлива. Эти замѣчанія имѣютъ малое значеніе для горючихъ матеріаловъ, бѣдныхъ золою (напр., дерево, нѣкоторые каменные угли и торфы), но для нѣкоторыхъ каменныхъ углей, содержащихъ много золы, сужденіе о составѣ и особенно о количествѣ въ нихъ кислорода (находимаго по разности суммы всѣхъ составныхъ началъ отъ вѣса топлива) сильно извращается обычнымъ нынѣ способомъ опредѣленія вѣса золы.

[7] Я полагаю, что въ недалекомъ будущемъ широкое примѣненіе видовъ топлива, богатыхъ золою (а такихъ мѣстами очень много, напримѣръ у насъ на Уралѣ, въ киргизскихъ степяхъ и въ подмосковномъ угольномъ бассейнѣ), можетъ совершиться при помощи превращенія ихъ на мѣстахъ залеганія въ горючіе газы (водяной и генераторный) или въ такую пыль, которые легко могутъ быть далеко отправляемы по спеціальнымъ трубопроводамъ. Донынѣ въ топливѣ ищутъ особой чистоты ради выгодъ перевозки, что значительно удорожаетъ всю массу топлива, но такъ какъ на его дешевизнѣ можетъ основываться выгодность многихъ видовъ переработки, то къ числу важнѣйшихъ задачъ промышленной эпохи должно отнести и пути и способы къ удешевленію топлива. Въ московскомъ промышленномъ округѣ цѣны топлива столь высоки (дрова болѣе 12 к. пудъ, каменный уголь около 20 к.), что здѣсь скорѣе всего можно ожидать спроса на удешевленное топливо, и предшествующая замѣтка написана мною преимущественно для этого, у насъ важнѣйшаго, промышленнаго района.

[8] Сѣра даетъ, сгорая въ сѣрнистый газъ, около 2060 ед. тепла. Сѣрный колчеданъ и т. п. сѣрнистыя ископаемыя также способны доставлять при горѣніи тепло. Ими пользуются, напр. при производствѣ сѣрной кислоты, для удаленія изъ нея избытка воды. Но дороговизна названныхъ матеріаловъ позволяетъ ими пользоваться только въ исключительныхъ случаяхъ, а развитіе при горѣніи удушливаго сѣрнистаго газа, часть котораго кромѣ того превращается въ еще болѣе вредную сѣрную кислоту, заставляетъ считать сѣру скорѣе вредною, чѣмъ полезною составною частью топлива, а потому, напр. при оцѣнкѣ каменныхъ углей, содержаніе въ нихъ сѣры понижаетъ стоимость.

[9] Здѣсь уже видно значеніе однообразія всѣхъ взятыхъ пробъ, иначе точности анализа не будетъ, напр. въ одной пробѣ будетъ болѣе золы, чѣмъ въ другихъ, а потому и всѣ выводы извратятся. Болѣе надежно сожиганіе въ бомбѣ (см. далѣе) и опредѣленіе въ той же порціи CO^2, H^2O и SO^3 (притомъ и количества развиваемаго тепла), но этотъ способъ еще мало выработанъ и распространяется туго. Вообще, въ элементарномъ анализѣ топлива, вслѣдствіе отсутствія провѣрки какими-либо теоретическими разсчетами, гораздо менѣе увѣренности, чѣмъ при анализѣ опредѣленныхъ органическихъ химическихъ соединеній, и повтореніе опредѣленій (согласіе ихъ результатовъ) составляетъ донынѣ единственный способъ провѣрки. Ошибки анализа болѣе всего ложатся на кислородъ.

[10] Замѣчанія, сдѣланныя въ выноскахъ 6-й и 9-й, показываютъ уже, что нахожденіе количества кислорода изъ разности дѣлаетъ опредѣленіе его содержанія въ топливѣ менѣе точнымъ, чѣмъ для всѣхъ другихъ элементовъ, прямо опредѣляемыхъ по взвѣшиванію. Въ органическомъ анализѣ существуютъ пріемы для болѣе прямого опредѣленія содержанія кислорода, но они затруднительны и къ анализу топлива донынѣ не прилагались. Замѣтимъ еще здѣсь, что о среднемъ составѣ топлива можно дѣлать заключеніе, близкое къ дѣйствительности, судя по анализу дыма, особенно, если извѣстны количества (не только сожигаемаго топлива) входящаго воздуха и выходящаго дыма и ихъ температуры, какъ можно видѣть по наслѣдованію топлива на баварской опытной станціи, и я думаю, что въ такомъ способѣ, при его полной выработкѣ, должно видѣть наиболѣе совершенный пріемъ для техническаго сужденія о соотношеніи между

Опредѣленіе $^0/_0$ *углерода* и *водорода* ведется путемъ взвѣшиванія углекислоты (одна вѣс. часть CO^2 содержитъ $^{12}/_{44}$ или $^3/_{11}$ вѣс. частей углерода) и воды (одна вѣс. часть H^2O содержитъ $^1/_9$ вѣс. часть водорода), происходящихъ при *полномъ* сожиганіи [11] взятаго вѣса (навѣски) топлива, поглощая происходящую воду и углекислоту способами, подробно описываемыми при такъ называемомъ органическомъ анализѣ въ руководствахъ для аналитической химіи [12].

Азотъ опредѣляютъ нынѣ обыкновенно по количеству образующагося амміака, окисляя (съ прибавкою окиси ртути и нагрѣвая до обезцвѣченія, по способу Кьелъдаля) навѣску топлива крѣпкою сѣрною кислотою и выдѣляя затѣмъ амміакъ щелочью, а выдѣлившійся (съ парами воды) амміакъ поглощая при помощи титрованнаго раствора сѣрной кислоты. Способъ этотъ по краткости времени и точности опредѣленія должно предпочитать многимъ инымъ, примѣнявшимся ранѣе. Впрочемъ, какъ увидимъ далѣе, количество азота въ обычныхъ видахъ топлива невелико (рѣдко въ каменномъ углѣ и торфяныхъ брикетахъ болѣе $1{,}4^0/_0$, въ деревѣ и др. очень мало) и въ разныхъ родахъ топлива довольно постоянно, такъ что для заводскихъ цѣлей въ его опредѣленіи нѣтъ настоятельной надобности.

Сѣра почти не содержится въ деревѣ, но въ минеральныхъ видахъ топлива она заключается и притомъ можетъ быть въ двоякомъ видѣ. Иногда часть сѣры содержится въ окисленномъ состояніи, напр. въ видѣ гипса; она остается обыкновенно въ золѣ и въ пламя топлива не переходитъ. Та же часть сѣры, которая переходитъ въ пламя и дымъ и можетъ называться сгорающею сѣрою, происходитъ или отъ содержанія колчедана и др. сѣрнистыхъ металловъ (и сѣрнокислыхъ солей тяжелыхъ металловъ), или отъ присутствія сѣрнистыхъ органическихъ соединеній (какъ въ нефти и каменноугольномъ дегтѣ). Вредно качеству топлива содержаніе именно такой сгорающей сѣры. Ее опредѣляютъ, сожигая особую навѣску топлива (въ кислородѣ) и пропуская продукты горѣнія въ бромную воду, окисляющую образовавшійся сѣрнистый газъ въ сѣрную кислоту, которой количество опредѣляется обычными аналитическими способами (осаждая хлористымъ баріемъ). Общее же количество сѣры (обоихъ видовъ) опредѣляютъ обыкновенно въ видѣ сѣрной кислоты, прокаливая (способъ Эшке) въ тиглѣ на воздухѣ навѣску топлива съ полуторнымъ или двойнымъ количествомъ смѣси изъ 2-хъ частей магнезіи и 1 ч. сухой соды, до выгоранія угольнаго остатка, и окисляя затѣмъ продуктъ съ помощію накаливанія съ азотноамміачною солью или бромною водою. Тогда вся сѣра переходитъ въ растворимыя сѣрнокислыя соли, въ которыхъ и опредѣляется обычными способами [13].

составомъ топлива и его теплопроизводительностію.

[11] Полнымъ (совершеннымъ) горѣніемъ топлива должно называть такое, при которомъ весь углеродъ переходитъ въ углекислый газъ и весь водородъ въ воду, то есть всѣ продукты разложенія (углеводороды) и могущая образоваться окись углерода сгораютъ. Для полноты сожиганія такихъ трудно горящихъ веществъ, какъ каменныя угли и вообще виды топлива, прибѣгаютъ при ихъ анализѣ всегда не только къ длинному слою накаленной окиси мѣди, но и къ введенію въ трубку для анализа кислорода, въ атмосферѣ котораго угольный остатокъ при накаливаніи совершенно выгораетъ. О полнотѣ горѣнія при анализѣ отчасти можно судить, просасывая послѣ анализа воздухъ кали-аппарата, потому что продукты неполнаго горѣнія сообщаютъ ему особый вкусъ и запахъ. Вода, собирающаяся въ первомъ шарикѣ хлорокальціевой трубки, должна быть чистою. Но и при полномъ сожиганіи сужденіе о количествѣ сгорающаго углерода и водорода топлива можетъ быть не вполнѣ точнымъ, вслѣдствіе, напр., того, что въ золѣ остается часть углекислоты въ видѣ углещелочной соли или, напр., того, что между минеральными подмѣсями топлива была углеизвестковая соль, выдѣляющая при сожиганіи углекислоту, по отношенію же водорода—вслѣдствіе выдѣленія воды изъ глинистой подмѣси и т. п. Притомъ, само собою разумѣется, что если взята навѣска не высушеннаго топлива, то вся влажность будетъ увеличивать количество образующейся при сожиганіи воды, и ея количество должно быть вычтено изъ полученнаго вѣса воды.

[12] Для удержанія SO^2, происходящей при горѣніи, въ сожигательной трубкѣ при концѣ кладется средняя (слабо подогрѣваемая) хромовокаліевая соль съ нѣкоторою подмѣсью (около $^1/_{10}$) двухромокаліевой соли (или хромовосвинц. соль или двуокись свинца), потому что она вполнѣ превращаетъ SO^2 въ SO^3, который и удерживается въ сожигательной трубкѣ.

[13] Если извѣстно количество сгорающей

Составъ топлива обыкновенно выражается процентнымъ содержаніемъ [14] элементовъ, въ немъ опредѣляемыхъ. Далѣе мы означаемъ $^0/_0$ углерода c, водорода h, кислорода o, азота n, сѣры s, золы *зол.* и влажности *вл.* (сумма всѣхъ по условію $= 100$), все же количество воды, происходящее при горѣніи, означаемъ aq (оно $= вл. + 9h$).

Во множествѣ случаевъ для опредѣленія относительнаго достоинства твердаго топлива, особенно же к. угля, можно ограничиваться не полнымъ элементарнымъ анализомъ, а опредѣленіемъ: 1) влажности, 2) золы, 3) угольнаго остатка (кокса) и 4) летучихъ веществъ, выдѣляющихся при накаливаніи безъ доступа воздуха и содержащихъ: а) водянистую жидкость (растворъ уксусной кислоты, амміачныхъ солей и т. п.), б) деготь (жидкія смолистыя или маслянистыя начала, нерастворимыя въ водѣ) и в) газообразные продукты разложенія топлива. Такое опредѣленіе 4-хъ составныхъ началъ ведется быстро и требуетъ двухъ пробъ. Въ одной опредѣляется влажность и зола, а другая накаливается въ небольшомъ закрытомъ тиглѣ до полнаго прекращенія выдѣленія паровъ и газовъ, затѣмъ охлаждается (надъ сѣрною кисл., чтобы не притянула влаги) и взвѣшивается; вѣсъ остатка (за вычетомъ золы) даетъ количество кокса или неразлагаемаго жаромъ угля, а потеря вѣса (за вычетомъ золы и влажности)—вѣсъ летучихъ составныхъ началъ топлива. На различіи въ процентномъ количествѣ кокса можно даже прямо основывать различеніе видовъ каменныхъ углей. Такъ, Грюнеръ, сверхъ бурыхъ углей и антрацитовъ, отличаетъ 5 разрядовъ к. углей: 1) сухіе к. угли, даютъ 50—60$^0/_0$ кокса; 2) газовые 60—68$^0/_0$; 3) кузнечные 68—74$^0/_0$; 4) металлургическіе или коксовые 74—82$^0/_0$ и 5) полуантрацитовые, тощіе к. угли даютъ 82—90$^0/_0$ кокса [15]

Въ практическомъ отношеніи, конечно, составъ топлива должно выражать вмѣстѣ съ содержаніемъ золы (а въ ней и сѣры) и влаги, но такъ какъ онѣ составляютъ какъ бы постороннія топливу вещества, то при сличеніи видовъ топлива полезно обратить вниманіе на содержаніе «органогеновъ», т. е. углерода, водорода, кислорода и азота въ высушенномъ и беззольномъ веществѣ [16].

сѣры и количество сѣры въ золѣ, то сумма ихъ должна совпадать съ общимъ количествомъ сѣры, опредѣляемымъ по способу Эшке. Изъ вышеприведенныхъ пріемовъ для опредѣленія элементарнаго состава топлива, даже по тѣмъ, еще далеко не совершеннымъ способамъ, которые донынѣ примѣнялись, уже видно, что сколько либо полное изученіе состава отдѣльныхъ видовъ топлива довольно сложно и продолжительно. Поэтому нельзя удивляться тому, что лишь немногія изъ изслѣдованій состава топлива можно считать удовлетворяющими первымъ требованіямъ, рождающимся при подробномъ изученіи видовъ топлива. По этой причинѣ я избѣгаю въ дальнѣйшемъ изложеніи умножать число примѣровъ полнаго состава топлива, тѣмъ болѣе, что даже для одной мѣстности разные пласты каменнаго угля и разныя части одного пласта представляютъ крупныя различія въ содержаніи элементовъ. Для пониманія дѣла совершенно достаточны крупные средніе выводы и немногіе отдѣльные примѣры.

[14] При сравнительномъ изученіи топлива было бы поучительнѣе выражать составъ его, принявъ количество углерода (какъ важнѣйшей составной части) за постоянное. При этомъ получаются не лишенныя интереса сближенія, какъ видно въ § 13 [27].

[15] Неоднократно являлись даже попытки опредѣлить теплопроизводительность каменныхъ углей въ зависимости отъ количества оставляемаго ими при прокаливаніи кокса, и въ данномъ разрядѣ углей можно видѣть пропорціональность отношенія между этими данными. Но, какъ общее начало, такой пріемъ нельзя считать правильнымъ, потому что содержаніе горючихъ началъ въ летучихъ частяхъ разложенія весьма различно; иногда, напр. въ сухихъ углихъ, въ нихъ много воды, а въ другихъ случаяхъ, какъ въ коксовыхъ углихъ, преобладаютъ горючіе газы. Было бы раціональнѣе опредѣлять теплопроизводительность по количеству кокса и горючихъ газовъ, образуемыхъ углемъ, но опредѣленіе этихъ послѣднихъ столь сложно и подвержено колебаніямъ, что прямое калориметрическое опредѣленіе, не будучи болѣе труднымъ, представитъ гораздо болѣе непосредственности и гарантій точности.

[16] Такъ напр., очень часто два образчика каменныхъ углей представляютъ почти полное тождество состава, «органической» части, а при разномъ содержаніи воды и золы это тождество скрывается. Напр., уголь, въ которомъ $c=82$, $h=5$, $o=12$ и $n=1^0/_0$, при содержаніи 5 и 10$^0/_0$ влажности и золы, будетъ представлять составъ:

вл.	зол.	c	h	o	n
5	5	73,8	4,5	10,8	0,9$^0/_0$
10	10	65,6	4,0	9,6	0,8$^0/_0$,

въ которомъ сразу вовсе не видно полнаго параллелизма. Въ дальнѣйшемъ изложеніи я счелъ полезнымъ представить средній составъ видовъ топлива не въ ихъ органической части, а въ томъ видѣ—съ золою и влагою—въ ка-

Для обозрительности, въ прилагаемой таблицѣ выраженъ такой средній процентный (вѣсовой) составъ всѣхъ наболѣе употребительныхъ видовъ топлива:

Проценты	*c*	*h*	*o*	*n*
Дерево. . . .	50	6,0	43,7	0,3
Торфъ. . . .	58	6,2	34,2	1,6
Бур. уголь . .	68	5,0	25,0	1,0
Кам. уголь . .	85	5,4	8,5	1,1
Антрацитъ . .	95,5	2,0	1,5	1,0
Древ. уголь . .	93	1,8	4,6	0,6
Коксъ	97	0,5	2,0	0,5
Нефтян. остатки.	86	12,0	2,0	—
Природ. газъ .	68	24	2	6
Свѣтильн. газъ.	59	23	12	6
Воздушн. газъ .	14	1	20	65
Водяной газъ .	40	7	53	—

§ 7. Зная составъ топлива, можно легко вычислить *количество воздуха*, необходимаго для его полнаго сожиганія, такъ какъ вѣсъ куб. мѣры воздуха [1] и его вѣсовой и объемный

комъ они обыкновенно встрѣчаются въ практикѣ. Хотя содержаніе золы и влаги подлежитъ большому измѣненію, но все же въ отдѣльныхъ классахъ топлива замѣчаются нѣкоторыя крупныя разности и въ этомъ отношеніи; такъ напр., въ жирныхъ каменныхъ углях всегда менѣе влаги, чѣмъ въ сухихъ длиннопламенныхъ, въ бурыхъ углях обыкновенно много болѣе золы, чѣмъ напр. въ антрацитахъ и т. п.

[1] *Вѣсъ воздуха.* Замѣтивъ, что 1 куб. сажень = 9,712 куб. метрамъ и 1 куб. футъ = = 0,02832 куб. метра, что пудъ = 16380 граммамъ, а фунтъ (русскій) = 409,5 грамм., мы дѣлаемъ весь дальнѣйшій разсчетъ на куб. метръ въ граммахъ, по той причинѣ, что въ метрическихъ мѣрахъ выражаются всѣ точныя опредѣленія, относящіяся до воздуха. Лучшіе опыты даютъ, что, въ зависимости отъ напряженія тяжести (g въ метрахъ), вѣсъ одного метра сухого воздуха, лишеннаго углекислоты, при 0° и при нормальномъ давленіи, равномъ 760 миллиметрамъ (ртутнаго барометрическаго столба при 0°), равенъ 0,13184. g граммовъ. А такъ какъ g для Петербурга = 9,8188 м. и въ Россіи измѣняется примѣрно отъ 9,80 до 9,82, то можно принять съ точностію до $^2/_{10}\,^0/_0$, что литръ норм. воздуха въ Россіи вѣситъ 0,13184. 9,81 или 1,29335 грамма.

Отъ содержанія углекислаго газа, объемное количество котораго въ свободномъ воздухѣ измѣняется отъ 0,028 до $0{,}032\,^0/_0$ (среднее $0{,}03\,^0/_0$), вѣсъ литра норм. воздуха возрастаетъ (такъ какъ плотность CO^2, по воздуху, = 1,52) до 1,29355 гр. А такъ какъ кубическій дециметръ воды, при наибольшей плотности, вмѣщаетъ не 1000 гр. (какъ литръ), а только 999,847 гр. (по сдѣланнымъ мною, въ 1895 г., разсчетамъ лучшихъ наблюденій), то вѣсъ куб. составъ извѣстны, если извѣстны необходимыя метеорологическія данныя (температура, влажность и давленіе воздуха), относящіяся къ воздуху. Очевидно, что все дѣло здѣсь въ количествѣ требуемаго кислорода. Если въ 100 гр. топлива c гр. углерода, то для полнаго

метра сухого воздуха при 0° и 760 мм. можно въ Россіи принять равнымъ:

$$E_0 = 1293 \text{ грамма.}$$

(± 2 гр.; болѣе точный разсчетъ требуетъ знанія g, но въ заводской практикѣ не можетъ требоваться большей точности).

Влажность воздуха, измѣненіе его температуры (градусы Цельзія) и перемѣны барометрическаго давленія измѣняютъ этотъ вѣсъ въ значительной мѣрѣ, а именно, если упругость водяныхъ паровъ означимъ h (миллиметровъ ртутнаго столба), плотность (по воздуху) водяныхъ паровъ примемъ = 0,63, температуру воздуха означимъ $t°$ Ц., коэффиціентъ его расширенія на 1° Ц. примемъ = 0,00367, а общее (высоту ртути въ барометрѣ при 0°) давленіе означимъ чрезъ H мм. (при 0°), то въ этихъ условіяхъ вѣсъ куб. метра воздуха:

$$E = E_0 \frac{H - 0{,}37h}{760(1+0{,}00367t)} \text{ граммовъ.}$$

Что касается до h (упругость вод. паровъ воздуха), то она = $h_m.P/100$, гдѣ h_m означаетъ наибольшую возможную при t упругость (насыщенныхъ) паровъ, а P процентное содержаніе влажности (наблюдаемое на гигрометрѣ или опредѣляемое психрометрами). Это послѣднее можно принять вообще для Россіи = = $70\,^0/_0$ (только въ сухихъ степяхъ и особыхъ условіяхъ сухости оно вообще ниже; при $70\,^0/_0$ влаги точки росы, примѣрно, на 5° ниже t воздуха), а потому можно принять:

t	−15°	−10°	−5°	0°	+5°	10°	15°	20°	25°	30° Ц.
h_m	1,4	2,2	3,2	4,6	6,5	9,1	12,7	17,4	23,5	31,5 мм.
h	1,0	1,5	2,2	3,2	4,6	6,4	8,2	12,2	16,5	22,1 »

На основаніи этого, для примѣра, разочтена слѣдующая таблица (E вѣсъ куб. метра воздуха въ граммахъ):

	H =	720	740	760	780 мм.
t = − 15° Ц.	E =	1297	1333	1370	1406 грам.
= 0° »		1223	1257	1291	1325 »
= + 15° »		1155	1187	1219	1251 »
= 30° »		1091	1132	1162	1193 »

Для техническихъ разсчетовъ въ большинствѣ случаевъ можно принять, что вѣсъ куб. метра воздуха равенъ:

$$E_1 = 1208 + 5(15 - t) + 2(H - 750) \text{ грам.,}$$

потому что погрѣшность этой приближенной и простой формулы въ обычныхъ условіяхъ составляетъ лишь нѣсколько грам. на вѣсъ куб. метра.

Пусть напр. дано, что H = 750,0 мм., h = 6,0 мм., t = 10° Ц., точное значеніе E = 1227 гр., а приближенное: E_1 = 1233 гр. Если же вѣсъ куб. метра E = 1230 гр., то куб. сажень этого воздуха вѣситъ 11946 гр. или 29,17 рус. фунтовъ, а куб. футъ 0,0882 фунта или 8,44 золотника

превращенія ихъ въ углекислый газъ требуется c 32/12 или c $2^2/_3$ гр. кислорода, на h гр. водорода надо h 8 гр. кисл. и на s гр. сѣры s гр. кислорода, всего на 100 гр. топлива, содержащаго o гр. кислорода, требуется: $K = c2^2/_3 + h8 + s - o$ гр. кислорода. Если по метеорологическимъ даннымъ для внѣшняго воздуха извѣстно, что въ одномъ куб. метрѣ воздуха содержится q гр. кислорода [2], то для сожиганія 100 гр. топлива, очевидно, требуется $V = K/q$ куб. метровъ воздуха. Пусть, напр.,

[2] **Составъ воздуха.** Когда свободный атмосферный воздухъ лишенъ углекислоты и воды, его составъ одинаковъ, въ немъ содержится всегда 20,9 объемныхъ процентовъ кислорода и 78,3% по объему азота и около 0,8% по объему аргона, плотность котораго почти въ $1^1/_2$ раза болѣе плотности азота. А такъ какъ, принявъ вѣсъ одного объема водорода = 1, плотность кислорода=16, азота=14 и аргона=21, то вѣсовой процентный составъ воздуха (безъ CO^2 и H^2O) есть слѣдующій:

Кислорода	20,9.16 = 334,4	или 23,10	по вѣсу.
Азота . .	78,3.14 = 1096,2	75,74	»
Аргона .	0,8.21 = 16,8	1,16	»
	1447,4	100.00	

Что же касается до воздуха обыкновеннаго, то есть содержащаго углекислоту и водяные пары, то его объемный и вѣсовой составъ найдутся, если замѣтимъ, что (см. предш. выноску) общее давленіе=H мм., а упругость водяного пара=h мм. Отсюда слѣдуетъ, что объемъ сухого воздуха относится къ объему водяныхъ паровъ, какъ $H-h$ относится къ h. Слѣдовательно въ 1 куб. метрѣ влажнаго воздуха содержится $1-h/H$ куб. метр. сухого воздуха и h/H куб. метра водяныхъ паровъ (напр. при 70% влажности и 30°, при 760 мм. давленія въ куб. метрѣ воздуха $22,1/H$ или около 3% по объему водяного пара). Что касается до углекислаго газа, то его объемъ должно въ среднемъ принять = 0,03% отъ объема сухого воздуха. Пусть напр. дано, что H=750, t=15°, h=10 (относительная влажность 78,7%, какъ лѣтомъ часто въ Петербургѣ), объемный составъ 100 объемовъ воздуха будетъ: водяного пара 100.10/750 = 1,33 об., а сухого воздуха 100.740.750=98,67 об., а въ этихъ 98,67 об. будетъ содержаться 0,03.0,9867=0,0296 или почти 0,03 об. углекислаго газа, кислорода 20,9.0,9864= = 20,62 об., азота 78,3.0,9864 = 77,23 об. и аргона 0,8.0,9864=0,79 об.

Въ техническомъ отношеніи нерѣдко встрѣчаются вопросы о вѣсовомъ количествѣ кислорода и водяного пара, содержащихся въ опредѣленномъ объемѣ воздуха. Содержаніе кислорода особенно важно въ разсчетахъ, касающихся горѣнія, а содержаніе водяного пара при разсчетахъ о сушеніи или испареніи воды. Мы разсмотримъ сперва первый вопросъ, считая, какъ и выше, что относительная упругость водяного пара h равна 70%, и принимая въ сухомъ воздухѣ 20,9% по объему кислорода. Если вѣсъ куб. метра сухого воздуха при 0° и 760 мм. мы приняли=1293 гр., то въ тѣхъ же условіяхъ вѣсъ куб. метра кислорода=1429 гр. (плотность по воздуху 1,105), а водяного пара= =814 гр. Очевидно, что въ 1 куб. метрѣ влажнаго воздуха, при t и H, сухого воздуха по объему будетъ $1-h/H$ куб. метра, а кислорода будетъ $0,209\ (1-h/H)$ куб. метра, слѣд. вѣсъ кислорода (граммы) q, содержащагося въ 1 куб. метрѣ воздуха, будетъ:

$$q = \frac{1429.0,209(H-h)}{(1+0,00367)760} = 298,66 \cdot A$$

азота	$= 978,75 \cdot A$
аргона	$= 15,00 \cdot A$
углек. газа.	$= 0,59 \cdot A$
вод. пара.	$= 814\frac{h}{H-h} \cdot A$

$$\text{Сумма } E = \frac{1293(H-0,37h)}{(1+\alpha t)760},$$

$$\text{гдѣ } A = \frac{H-h}{(1+\alpha t)760}$$

Такъ, напр., если (какъ выше) H=750, t=15, h=10, въ кубическомъ метрѣ воздуха будетъ содержаться ($A = 0.9218$):

Кислорода	275,3 грамма	= 22,90%	по вѣсу.
Азота . .	902,2 »	= 75,06%	»
Аргона . .	13,8 »	= 1,15%	»
Углекисл. .	0,6 »	= 0,05%	»
Вод. паровъ	10,1 »	= 0,84%	»
Воздухъ	. 1202 грам.	100,00	

Въ прилагаемой таблицѣ дано содержаніе q граммовъ кислорода въ 1 куб. метрѣ воздуха, вѣсъ котораго данъ въ предшествующей выноскѣ:

h	t	H = 720 740 760 780 мм.	% по вѣсу.
1,0 мм.	— 15° Ц.	q = 299 308 316 324 гр.	23,1
3,2	0° Ц.	282 290 297 305 »	23.0
8,2	+ 15° Ц.	265 272 280 287 »	22,9
22,1	+ 30° Ц.	247 254 261 268 »	22,6

Приближенно можно принять, что въ 1 куб. м. воздуха содержаніе кислорода $q = 276 + 1,2\ (15-t) + 0,6\ (H-750)$ граммамъ. Когда метеорологическія данныя не наблюдены, можно принимать вообще, что кислорода по вѣсу 23%, а въ куб. метрѣ содержится *около* 250—300 гр. кислорода.

По отношенію къ вѣсовому содержанію водяныхъ паровъ въ куб. метрѣ воздуха для техники представляетъ интересъ лишь случай полнаго насыщенія ($h=h_m$), потому что онъ показываетъ, сколько граммовъ водяныхъ паровъ можетъ вмѣщаться въ кубическій метръ воздуха, а разсчеты этого рода встрѣчаются при построеніи сушилокъ, употребляемыхъ на многихъ заводахъ. Выше уже указано, что (на основаніи закона парціальныхъ давленій) въ куб. метрѣ воздуха, при упругости водяного пара = k, содержится

$$aq = \frac{814\ h}{(1+0,00367\ t)\ 760} = \frac{1,071\ h}{1+0,00367\ t} \text{ грамм.}$$

дана нефть, $c = 86$, $h = 14$; на 100 гр. ея требуется $K = 341{,}3$ гр. кислорода (или 1484 гр. воздуха), и пусть дано давленіе воздуха 750 мм., его темпер. 10°, влажность 70%, откуда находимъ: куб. метръ воздуха вѣситъ 1227 гр. и содержитъ $q = 282$ гр. кислорода, а отсюда очевидно, что для полнаго сожиганія 100 гр. взятой нефти требуется 341,3/282 или 1,21 куб. метр. воздуха [3].

Такъ какъ h_m для температуръ ниже 0° очень мало (менѣе $4^1/_2$ мм., aq менѣе 5 гр.), то приводимъ примѣрный разсчетъ, начиная отъ 0°, замѣтивъ, что отъ общаго давленія (отъ показанія барометра H) количество водяного пара въ 1 куб. метрѣ не зависитъ.

	$t=$ 0°	20°	40°	60°	80° Ц.
Упруг.	$h_m=$ 4,6	17,4	54,9	148,9	354,9 мм.
	$aq=$ 5	17	51	131	380 гр.

Это показываетъ, напр., что, взявъ наружный воздухъ при 0° и имѣя въ сушилкѣ температуру 40° Ц. (напомнимъ, что при испареніи воды теплота поглощается, слѣдовательно въ сушилкѣ должно имѣть источникъ тепла, нагрѣть воздухъ до 40°—мало), можно испарить кубическимъ метромъ продуваемаго воздуха до 51—5, т. е. до 46 гр. воды, если же наружный воздухъ будетъ имѣть темпер. 20°, то только до 34 гр. При температурѣ около 100° aq близко къ 596 гр., т. е. вдувая въ сушилку 1 куб. метръ воздуха (и поддерживая нагрѣваніемъ температуру 100° Ц.), при этой температурѣ можно удалять 596 гр. водяныхъ паровъ. При температурахъ обыкновенныхъ (0°—30° Ц.) для перваго приближеннаго разсчета иногда принимаютъ, что $aq = t°$ Ц., т. е., напр., что при 30° вмѣщается въ куб. метръ 30 гр. водяного пара, а потому разность температуръ въ сушильнѣ и въ наружномъ воздухѣ выражаетъ число граммовъ воды, испаряемыхъ однимъ куб. метромъ продуваемаго воздуха, что недалеко отъ прямыхъ опытныхъ данныхъ, когда испареніе идетъ легко и темпер. сушильни поддерживается. Но такъ какъ сушеніе идетъ и на открытомъ воздухѣ (безъ нагрѣванія), основываясь на томъ, что воздухъ не насыщенъ парами и находится въ движеніи, то предшествующіе разсчеты должно прилагать только къ случаямъ искусственнаго (быстраго) сушенія, требующаго нагрѣванія и продуванія. А такъ какъ полное насыщеніе воздуха парами достигается только при очень долгомъ прикосновеніи воздуха съ водою и только тогда, когда сила сродства воды съ растворенными въ ней тѣломъ не дѣйствуетъ (т. е. только въ чистой водѣ или въ очень слабыхъ растворахъ), то на практикѣ количество, воды увлекаемой въ парообразномъ видѣ при разныхъ t однимъ куб. метромъ воздуха, обыкновенно менѣе вычисленной выше величины.

[3] Слѣдовательно, на 1 килогр. нефти 14,8 килогр. или 12,1 куб. метра воздуха, или на 1 пудъ нефти 14,8 пуд. или 1,25 куб. сажени или 429 куб. фут. воздуха. Для приближенныхъ разсчетовъ, найдя количество K кислорода въ граммахъ, можно принимать вѣсъ требуемаго воздуха $= K$ 4,35 гр., а объемъ равенъ $K.\ 4{,}35/E_1$ куб. метровъ, гдѣ E_1 есть вѣсъ куб. метра воздуха, опредѣляемый какъ въ [1]. Если же температура и давленіе воздуха близко неизвѣстны, то можно въ первомъ приближеніи считать объемъ необходимаго воздуха принимать близкимъ къ: $K/290$ куб. метрамъ. Во всякомъ случаѣ, главный элементъ, опредѣляющій объемъ воздуха, необходимаго для горѣнія, есть K (вѣсъ необходимаго кислорода).

Для нефти, превращенной въ мельчайшія капли при помощи пульверизаціи паромъ (форсункою, § 17) или струею воздуха, можно достигнуть полнаго горѣнія съ такимъ количествомъ воздуха, которое лишь немного превосходитъ предшествующій разсчетъ. Для пылевиднаго твердаго топлива также. Для газообразныхъ видовъ топлива еще точнѣе можно достичь полнаго горѣнія при притокѣ лишь строго необходимаго количества воздуха. Но для дровъ, к. угля и торфа, сожигаемыхъ въ обычныхъ печахъ, нельзя достичь полноты смѣшенія горючихъ продуктовъ ихъ разложенія съ воздухомъ, а потому количество расходуемаго воздуха на 30, даже 60 процентовъ, а обыкновенно (и даже очень нерѣдко) въ два и болѣе раза—превосходитъ необходимость, что ведетъ не только къ пониженію температуры, доставляемой топливомъ, но и къ уменьшенію всего его полезнаго дѣйствія. Поэтому-то превращеніе твердаго топлива въ тонкій порошокъ или въ горючіе газы, не смотря на сопряженные съ этимъ накладные расходы, оказывается въ практикѣ весьма цѣлесообразнымъ и выгоднымъ, что далѣе будетъ подробнѣе разсмотрѣно. Если же къ топливу, хотя бы раздробленному или превращенному въ горючіе газы, притекаетъ въ очагѣ (топкѣ) менѣе воздуха, чѣмъ слѣдуетъ для полнаго горѣнія, то, хотя бы была достаточная для горѣнія высота температуры, вмѣстѣ съ продуктами горѣнія удаляется часть недогорѣвшихъ веществъ (особенно сажа, окись углерода и ацетиленъ), а это не только ведетъ къ напрасной потерѣ топлива и образованію дыма (происходящаго также и при избыткѣ воздуха отъ недостаточной температуры нѣкоторыхъ частей пламени, если нѣтъ

совершеннаго перемѣшиванія или происходитъ быстрое охлажденіе), но и понижаетъ температуру очага. Итакъ, вреденъ и недостатокъ, и избытокъ воздуха. Это указываетъ на трудность достиженія наивыгоднѣйшаго пользованія топливомъ. Оно достигается только тогда, когда есть лишь ничтожный избытокъ воздуха, узнаваемый изъ того, что въ продуктахъ горѣнія (дымѣ) нѣтъ или содержится очень мало свободнаго кислорода воздуха и вовсе нѣтъ горючихъ газовъ. А это условіе практически вполнѣ достижимо только при употребленіи газообразныхъ видовъ топлива, вслѣдствіе чего они за послѣднее время находятъ все большее и большее техническое приложеніе и разсматриваются далѣе съ нѣ-

которою подробностью. Но во всякомъ случаѣ уже лучше имѣть избытокъ воздуха (какъ это и встрѣчается всегда въ обычныхъ домашнихъ и заводскихъ печахъ), чѣмъ его недостатокъ, потому что при этомъ все же можетъ достигаться полное горѣніе [4].

Для сознательнаго отношенія къ примѣненію топлива не малое значеніе имѣетъ сверхъ того опредѣленіе *состава и количества* продуктовъ горѣнія или дыма. Опытное изслѣдованіе этого предмета основывается на анализѣ и

[4] Сужденіе о количествѣ воздуха, дѣйствительно притекающаго къ топливу, производится или: 1) чрезъ измѣреніе скорости этого притока (съ помощью анемометровъ разнаго устройства) и поперечнаго сѣченія того отверстія (поддувало), чрезъ которое поступаетъ воздухъ въ топку, гдѣ измѣряется количество топлива, сгорѣвшаго въ единицу времени, или 2) чрезъ изслѣдованіе состава дыма, когда извѣстна масса сгорающаго топлива и его составъ. Послѣдній способъ проще и достовѣрнѣе, потому что, отбирая малыя доли дыма, можно судить объ общемъ среднемъ болѣе достовѣрно даже тогда, когда забрасываніе топлива производится при помощи періодическаго открыванія дверецъ очага, причемъ врывается воздухъ помимо поддувала. Если горѣніе полно, одно опредѣленіе въ дымѣ отношенія свободнаго кислорода и образовавшейся углекислоты, что производится легко, скоро и точно даетъ уже количество притекающаго воздуха, когда составъ топлива извѣстенъ. При неполномъ горѣніи (образованіи сажи, окиси углерода и т. п.) требуется уже опредѣленіе въ дымѣ, сверхъ кислорода и CO^2, количества продуктовъ неполнаго горѣнія, что уже усложняетъ выводъ, но все же онъ иногда точнѣе, чѣмъ при опредѣленіи скорости воздуха въ поддувалѣ.

опредѣленіи температуры дымовыхъ газовъ, потому что тогда, зная составъ и расходъ топлива, можно уже судить о количествѣ (вѣсовомъ и объемномъ) притекающаго къ топливу воздуха. Опредѣленіе температуры печнаго дыма не представляетъ особыхъ трудностей [5], такъ какъ она не высока, обыкновенно не выше 300°, рѣдко до 350°, а такія темп. прямо измѣряются соотвѣтственнымъ (имѣющимъ длинную трубку между шарикомъ терм. и его шкалою) ртутнымъ термометромъ, погружаемымъ (чрезъ особое отверстіе стѣнки дым. трубы) въ дымъ около того мѣста въ самомъ началѣ трубы [5 bis], гдѣ отбирается часть дыма, назначаемая для опредѣленія его состава. Хотя составъ дыма въ сущности очень сложенъ, но въ немъ особо важно опредѣленіе отно-

[5] Когда изслѣдуются очень сильно накаленные газы (напр., изъ пламени или въ доменной печи, прямо въ генераторахъ и т. п.), тогда нельзя примѣнять стеклянныя трубки и ртутные термометры, затрудненій много и при собираніи газовъ и при опредѣленіи ихъ температуры., но такой случай въ самой техникѣ топлива встрѣчается рѣдко, а потому въ отношеніи къ нему замѣтимъ только, что фарфоровый резервуаръ съ тонкою фарфоровою же трубкою, помѣщенный въ накаленномъ пространствѣ, можетъ дать, служа сосудомъ для газоваго термометра, тогда точное понятіе о температурѣ, а для собиранія накаленныхъ газовъ ихъ высасываютъ фарфоровою же (или тонкою платиновою) трубкою, внѣ трубы охлаждаемою (окруженною водою), послѣ чего (поглотивъ воду въ соотвѣт. приборѣ) собираютъ и изслѣдуютъ охлажденный газъ, какъ обыкновенно.

[5 bis] Опредѣленіе средней температуры дыма, очевидно, должно дѣлать по возможности около средины трубы или въ нѣсколькихъ ея мѣстахъ, потому что въ трубѣ происходитъ сильное охлажденіе дыма. Но, во-первыхъ, такое опредѣленіе мало удобно и сложно, а во-вторыхъ, въ трубу часто входитъ дымъ не одной, а многихъ топокъ, и въ третьихъ, стѣнки кирпичныхъ трубъ обыкновенно пропускаютъ воздухъ (онъ всасывается, потому что въ трубѣ упругость меньше, чѣмъ въ наружномъ воздухѣ), вслѣдствіе чего на нѣкоторой высотѣ въ трубѣ всегда болѣе воздуха, чѣмъ въ нижнихъ или начальныхъ ея частяхъ. Поэтому, для опредѣленія состава дыма и его температуры пробу производятъ обыкновенно около самаго начала трубы, то есть въ боровахъ, отводящихъ дымъ изъ печи въ трубу. Для опредѣленія же потери тепла въ дымѣ слѣдуетъ опредѣлять температуру его тотчасъ вслѣдъ за тѣмъ мѣстомъ дымохода, гдѣ кончается полезное нагрѣваніе, напр., гдѣ дымъ оставляетъ стѣнки парового котла.

сительныхъ количествъ углекислаго газа (CO^2), окиси углерода (CO, находимой только при условіяхъ неполнаго горѣнія), свободнаго кислорода, азота и водяного пара; обыкновенно же довольствуются опредѣленіемъ CO^2, CO, кислорода и азота [6]. Для скораго и довольно точнаго опредѣленія содержанія этихъ газовъ, достаточно: измѣренный (при данныхъ давленіи и обык. темпер.) объемъ [7] собраннаго дымового газа [8] привести въ прикосновеніе съ растворомъ ѣдкаго натра, поглощающимъ углекислый газъ (CO^2), измѣрить объемъ остатка, а изъ него растворить кислородъ въ щелочномъ растворѣ пирогаллина [9] и окись углерода въ солянокисломъ растворѣ полухлористой мѣди [10], измѣряя каждый разъ остатокъ и слѣдовательно опредѣляя соотвѣтственный объемъ поглощенной части (угл. газа, окиси углер. и кислор.) и остатокъ азота [11]. Если найденъ объемный со-

[6] Когда въ газовой смѣси требуется опредѣлить лишь 4 заранѣе извѣстныхъ составныхъ начала, можно пользоваться такъ называемымъ эвдіометрическимъ пріемомъ, дающимъ, какъ подробно излагается въ руководствахъ для газоваго анализа, 1) объемную величину сжатія послѣ взрыва, 2) объемъ CO^2, 3) объемъ кислорода служащаго для образованія CO^2 и H^2O и 4) остаточный объемъ азота, слѣдовательно способъ этотъ приложимъ и въ данномъ случаѣ (опр. CO^2, CO, O^2 и N^2), но къ нему при заводскомъ анализѣ дымовыхъ газовъ обыкновенно не прибѣгаютъ, потому что и безъ взрывовъ газовой смѣси, сильно усложняющихъ дѣло, однимъ пріемомъ поглощенія (растворенія, поглощенія, абсорбціи) можно съ полною точностію (если сдѣланы всѣ надлеж. поправки на темпер. и давл., когда они не постоянны) опредѣлить указанныя 4 составн. начала.

[7] Составъ дымовыхъ (и всякихъ др.) газовъ обыкновенно опредѣляется и выражается въ объемахъ, которые для газовъ измѣряются въ раздѣленныхъ (и вывѣренныхъ по пріемамъ, излагаемымъ въ отдѣлѣ газовыхъ анализовъ, въ руководствахъ по Аналитической химіи) стеклянныхъ трубкахъ надъ ртутью или водою; послѣднее примѣнимо только тогда, когда въ смѣси нѣтъ газовъ, значительно поглощающихся водою, и въ этомъ случаѣ необходимо, для точности результата, вводить поправку на объемъ, занимаемый водяными парами. Вѣсовое опредѣленіе при техническомъ анализѣ дымовыхъ газовъ производятъ только для опредѣленія количественнаго содержанія въ нихъ твердыхъ веществъ (золы, сажи) и водяныхъ паровъ. Для первыхъ ставятъ передъ газометромъ, въ который собираютъ газъ, вытягиваемый изъ трубы [8], взвѣшенную и высушенную трубку съ волокнистымъ азбестомъ или стеклянною ватою, чтобы задержать всѣ порошковатыя (и смолистыя) подмѣси дыма, а потомъ по прибыли вѣса этой трубки (послѣ должнаго высушиванія, если осѣдала влажность) и по количеству собраннаго газа судить о содержаніи удержанныхъ подмѣсей. Пропуская же вытягиваемый изъ трубы газъ еще въ тепломъ состояніи чрезъ взвѣшенную трубку съ водопоглощающими веществами ($CaCl^2$, H^2SO^4, P^2O^5) опредѣляютъ вѣсъ водяныхъ паровъ, содержавшихся въ дымѣ. Отъ вѣсового количества переходятъ къ объемному по способу, далѣе излагаемому. Но обыкновенно воды въ дымѣ не опредѣляютъ, такъ какъ, зная

составъ топлива и воздуха. по количеству углерода въ дымѣ легко (см. далѣе) разсчесть и содержаніе въ немъ водяныхъ паровъ.

[8] Такъ какъ на заводахъ весьма часто нѣсколько печей дѣйствуютъ тягою одной общей дымовой трубы, то для собиранія дымовыхъ газовъ обыкновенно примѣняются тѣ горизонтальные дымоходы (борова), которые отводятъ дымъ отдѣльныхъ печей въ общую трубу. Въ стѣнкѣ дымохода, пробуравливается отверстіе, въ которомъ вмазывается металлическая, фарфоровая или стеклянная трубка служащая для вытягиванія пробы дымового газа при помощи газометра или аспиратора, въ которомъ можно измѣрить объемъ газа и сохранить его для анализа. Въ томъ же отверстіи или рядомъ въ другомъ вкладывается термометръ, если хотятъ знать и температуру дыма. Не останавливаясь на практическихъ подробностяхъ собиранія и измѣренія газа (принимая во вниманіе влажность, температуру и давленіе), я имѣю въ виду, что свѣдѣнія этого рода почерпнутся изъ сочиненій по химіи, особенно изъ статей о газовомъ анализѣ.

[9] Поглощеніе кислорода щелочнымъ растворомъ пирогаллина (пирогалловой кислоты) совершается быстро и вполнѣ, но все же требуетъ предосторожностей, съ которыми знакомятъ сочиненія по Аналит. химіи.

[10] Окись углерода не удерживается щелочными растворами, служащими для поглощенія O^2 и CO^2, а въ свѣжеприготовленномъ солянокисломъ растворѣ $CuCl^2$ растворяется быстро. Если приборы, служащіе для подобной цѣли (напр. приб. Орса см. рис.), не позволяютъ производить взбалтыванія, ускоряющаго поглощеніе, то въ жидкость погружаютъ пучекъ тонкихъ стеклянныхъ трубочекъ, увеличивающихъ поглощающую поверхность и ускоряющихъ растореніе.

[11] Между разнообразными приборами, въ которыхъ удобно производить всѣ операціи анализа дымовыхъ газовъ, наибольшее распространеніе получилъ приборъ Орса, изображенный на рис. 1 (стр. 78). Въ раздѣленномъ цилиндрѣ *A*, окруженномъ водою (для соблюденія возм. постоянства темпер.), производятся всѣ измѣренія газа; въ трехъ сосудахъ съ нимъ сообщающихся налиты поглощающія жидкости и въ нихъ происходитъ поглощеніе, послѣ котораго остатокъ газа вновь вполнѣ переводится въ измѣрительный цилиндръ *A*. Чтобы заставить газъ совершать эти переходы изъ *A* или въ *A*, въ этомъ послѣднемъ

составъ средней пробы охлажденнаго дымового газа, простое вычисленіе даетъ его плотность [12] и вѣсовой составъ, слѣд. и вѣсовое содержаніе углерода и

увеличиваютъ или уменьшаютъ упругость газа при помощи открытія крана для сообщенія его съ сосудомъ L (слѣва внизу), помѣщаемымъ выше или ниже, по желанію. Когда газъ сжатъ давленіемъ жидкости въ высоко-поставленномъ сосудѣ L, стоитъ открыть сообщеніе (кранъ, зажимъ) A напр. съ D и весь газъ можно перевести въ сей послѣдній, такъ какъ онъ въ нижней части своей сообщается съ соотвѣтственнымъ (открытымъ сверху) рядомъ (сзади) стоящимъ сосудомъ, куда входитъ часть вытѣсняемой газомъ жидкости. Когда въ D пропзойдетъ поглощеніе, остатокъ газа переводится вновь въ A. Для этого сосудъ L опускается, что служитъ къ уменьшенію давленія и переходу газа изъ D въ A. Дѣйствуя соотвѣтственными зажимами (кранами), легко до конца опоражнивать всякій изъ сосудовъ отъ газа и не позволять поглотительнымъ жидкостямъ переходить внѣ сосудовъ назначенныхъ для ихъ вмѣщенія. Такое устройство позволяетъ производить весь анализъ очень скоро, и степень точности результата оказывается достаточною для цѣлей, преслѣдуемыхъ въ заводской практикѣ.

Рис. 1. Приборъ Орса (видонамѣненный фишеромъ и др.) для заводскаго опредѣленія состава газа, измѣряемаго въ дѣленномъ цилиндрѣ A (справа) и послѣдовательно приводимаго въ прикосновеніи въ трехъ внутреннихъ сосудахъ съ растворами: ѣдкаго натра, щелочи съ пироголовой кислотою и солянои кислоты съ однохлористою мѣдью ($CuCl$) для поглощенія углекислаго газа, кислорода и окиси углерода. (Подробности должно искать въ сочиненіяхъ по аналитической химіи и газовому анализу.)

[12] Плотности газовъ (и паровъ) обыкновенно выражаются въ отношеніи къ воздуху (сухому) при той же температурѣ и томъ же давленіи, считая (что близко къ истинѣ, но лишь

свободнаго кислорода [13]. По содержанію углерода въ топливѣ (въ воздухѣ же черезчуръ мало CO^2, чтобы и это принимать въ разсчетъ) и дымѣ получается отношеніе между ними, т. е. вѣсовое количество (отвѣчающее данному количеству сгорѣвшаго топлива) дымовыхъ газовъ, объемъ которыхъ опредѣлится послѣ прибавленія соотвѣтственнаго количества находящейся въ дымѣ воды (а оно извѣстно по составу топлива и воздуха), если извѣстна температура дыма. Пусть, напр. въ 100 ч. топлива (какъ нефть) содержится 86 c и 14 h, а въ дымѣ найдена $t = 200°$, и послѣ охлажденія и высушиванія оказалось 84,3 объемныхъ $^0/_0$ азота (съ аргономъ), 13,7 CO^2 и 2,0 об. $^0/_0$ кислорода. Этотъ составъ даетъ въ нѣкоторой степени точности, удовлетворяющей задачамъ техники) измѣненіе объема всѣхъ газовъ отъ t и H одинаковымъ. Притомъ обыкновенно считается (что опять оч. близко къ дѣйствительности, но не абсолютно точно), что при смѣшеніи газовъ и паровъ, объемъ ихъ не измѣняется, а потому, если въ смѣси содержится a_1 об. газа, и мѣющаго плотность s_1, a_2 объем. газа, съ плотностію s_2 и т. д., то плотность смѣси равна

$$\frac{a_1 s_1 + a_2 s_2 + a_3 s_3 + \ldots}{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots}$$

Зная затѣмъ вѣсъ опред. объема воздуха (§ 7 [1]) при данныхъ давленіи и темпер., можно уже знать и вѣсъ опред. объема газовой смѣси. Плотности обычныхъ газовъ по отношенію къ воздуху даны далѣе [14]. Въ химическихъ изслѣдованіяхъ часто дается плотность газовъ въ отношеніи къ водороду. Ее легко получить изъ плотности по воздуху, умножая на 14,4, потому что воздухъ въ 14,4 раза плотнѣе водорода.

[13] Свободный кислородъ въ дымовомъ газѣ происходитъ, хотя не всегда, прежде всего отъ избытка притекающаго воздуха и если горѣніе было полнымъ (нѣтъ окиси углерода). то по количеству свободнаго кислорода прямо можно судить о излишкѣ воздуха, считая въ немъ $23^0/_0$ по вѣсу кислорода. Провѣрку дастъ количество азота. Но и при не полномъ горѣніи, то есть въ случаѣ присутствія въ дымѣ окиси углерода, часто, при употребленіи твердаго топлива, въ дымѣ находятъ вмѣстѣ съ тѣмъ и свободный кислородъ. Это зависитъ не столько отъ диссоціаціи углекислаго газа ($2CO^2 = 2CO + O^2$), могущей происходить въ условіяхъ сильнаго накаливанія, сколько отъ неравномѣрности горѣнія разныхъ частей топлива и отъ неполнаго смѣшенія воздуха и топлива. Если, напримѣръ, часть колосниковъ не покрыта топливомъ или покрыта еще не раскаленнымъ топливомъ, воздухъ проходитъ тутъ вмѣстѣ съ кислородомъ, а если въ тоже время на другой части колосниковъ окажется высокій слой прогорѣвшаго накаленнаго угля

содержаніе по вѣсу въ дымѣ [14]: азота 78,0%, кислорода 2,1% и углекислаго газа 19,9%, а потому 5,43% углерода (потому что въ 1 вѣс. части CO^2 содержится 0,273 ч. углерода). А такъ какъ въ топливѣ 86% (т. е. въ 158 разъ болѣе) углерода, то на 100 грам. топлива въ дымѣ по анализу содержится 314 гр. углек. газа, 1232 гр. азота и 33 гр. кислорода. А такъ какъ 14 гр. водорода топлива дали 126 гр. воды и въ воздухѣ (по содержанію азота и влажности было примѣрно) 15 гр. воды, то вѣсъ всѣхъ продуктовъ горѣнія былъ около 1720 гр. (слѣд. всего пошло воздуха 1620 гр.), а объемъ (считая давленіе нормальнымъ) при 200°: углекислаго газа 314. 0,880=276 куб. дец. [15], азота 1232. 1,379=1699 кб. д., кислорода 33. 1,214=40 и вод. пара 141. 2,130=300 кб. дец., а всего 2,315 куб. метра на 100 гр. топлива. Такъ какъ въ данномъ примѣрѣ въ дымѣ не оказалось окиси углерода, то горѣніе было полное, но оно совершилось при нѣкоторомъ избыткѣ воздуха, какъ видно изъ содержанія въ дымѣ своб. кислорода и изъ того, что для горѣнія требовалось всего 1484 гр. воздуха, а пошло 1620 гр., то-есть лишку 136 гр. воздуха; найденный же кислородъ (33 гр.) отвѣчаетъ 143 гр. воздуха, что представляетъ достаточное (по суммѣ разныхъ погрѣшностей опыта) согласіе съ вышенайденнымъ числомъ и до нѣкоторой степени служитъ провѣркою опыта и всего разсчета [16].

проходъ воздуха здѣсь слабъ и будутъ всѣ условія для образованія окиси углерода.

[14] Если данъ составъ по объемамъ, то для перехода къ вѣсовому составу слѣдуетъ умножить объемное содержаніе на плотность соотвѣтственнаго газа и тогда по суммѣ полученныхъ вѣсовъ можно уже судить и о процентномъ вѣсованіи составѣ. Чтобы яснѣе слѣдить за ходомъ подобныхъ разсчетовъ, лучше прямо брать не плотности, а вѣсъ одного объема соотвѣтственнаго газа, такъ какъ число объемовъ газа, умноженное на вѣсъ одного объема, очевидно, даетъ вѣсъ газа. По этой причинѣ въ прилагаемой таблицѣ даются для обычныхъ при горѣніи газовъ какъ s плотности ихъ по отношенію къ воздуху, такъ и p вѣсъ кубическаго метра въ граммахъ при 0° и 760 мм. давленія.

		s	p
H^2	Водородъ . . .	0,0694	89,9 гр.
H^2O	Вода, паръ . .	0,630	814 »
CH^4	Болотный газъ.	0,556	719 »
N^2	Азотъ (съ аргономъ) . . .	0,972	1257 »
CO	Окись углерода (нитиленъ). .	0,971	1255 »
O^2	Кислородъ . .	1,105	1429 »
CO^2	Углекисл. газъ .	1,524	1970 »
SO^2	Сѣрнистый газъ.	2,226	2877 »

Если числа $a_1 + a_2 + a_3 = 100$ выражаютъ объемный % составъ газа, со вѣсовой процентъ первой составной части будетъ:

$\frac{a_1 p_1}{a_1 p_1 + a_2 p_2 + a_3 p_3} \frac{100}{N}$, второй $a_2 p_2$ N, и третьей $a_3 p_3$ N, гдѣ p есть плотность или вѣсъ куб. мѣры каждаго изъ входящихъ газовъ (а $N = 100/(a_1 p_1 + a_2 p_2 + a_3 p_3)$.

[15] Чтобы перейти отъ вѣсоваго количества a газа къ его объемному количеству при данныхъ t и H (темп. и давл.) надо умножить a на объемъ v занимаемый одною вѣсовою частію газа при 0° и 760 мм., произведеніе помножить на $1 + 0{,}00367\ t$. и на дробь $760/H$. Значеніе v очевидно $= 1/p$, гдѣ p тоже, что въ [14]. Такъ напр., для азота (и окиси углерода) $v = 0{,}796$, если вѣсъ данъ въ граммахъ, а объемъ въ куб. дециметрахъ. При этомъ условіи, когда $H = 760$, для углекислаго газа при 0° $v = 0{,}508$, при 100° 0,694, при 200° $= 0{,}880$, вообще при $t°$ для CO^2 $v = 0{,}508 + 0{,}00186\ t$.

[16] Само собою понятно, что вѣсъ дыма равенъ суммѣ вѣса топлива (безъ золы) и воздуха. По отношенію къ объему дыма должно замѣтить, что при полномъ горѣніи углеродистаго топлива объемъ дыма опредѣляется преимущественно объемомъ воздуха, служащаго для горѣнія, и повышеніемъ температуры, и мало природою химическаго процесса, совершающагося при горѣніи. Это зависитъ преимущественно отъ того, что объемъ углекислаго газа равенъ объему кислорода, служащаго для его образованія, главную же массу дыма, какъ и воздуха, составляетъ азотъ воздуха, при горѣніи не измѣняющійся. Поэтому, зная объемъ воздуха, входящаго въпечь, мы знаемъ довольно близко и объемъ дыма, выходящаго изъ трубы, если температуры обоихъ одинаковы; если же дымъ выходитъ нагрѣтый, то его объемъ почти равенъ объему взошедшаго воздуха, увеличенному сообразно мѣрѣ повышенія температуры. Нѣкоторое возрастаніе объема дыма противу объема воздуха зависитъ при полномъ горѣніи преимущественно отъ содержанія въ топливѣ водорода, такъ какъ одинъ объемъ кислорода даетъ два объема водяныхъ паровъ. Такое же возрастаніе объема (независимо отъ температуры) происходитъ и при образованіи окиси углерода, такъ какъ она занимаетъ вдвое большій объемъ, чѣмъ кислородъ, въ ней содержащійся. Для уясненія приведемъ три примѣра, считая, ради простоты разсчета, воздухъ сухимъ и имѣющимъ температуру 0° и давленіе нормальнымъ. 1) Когда горитъ 1 килогр. чистаго угля, требуется для полнаго горѣнія $2^2/_3$ к. кислорода или 11,58 кил. воздуха, объемъ котораго равенъ 8,96 куб. метр. Въ дымѣ будетъ $3^2/_3$ кил. углек. газа и 8,92 кил. азота, и если дымъ имѣетъ

При текущихъ (заводскихъ) изслѣдованіяхъ горѣнія топлива во множествѣ случаевъ можно довольствоваться однимъ опредѣленіемъ объемнаго содержанія углекислаго газа въ дымѣ, если составъ топлива извѣстенъ. Если бы топливомъ служилъ чистый уголь, то (такъ какъ объемъ CO^2 равенъ объему содержащагося въ немъ кислорода) сумма объемовъ углекислаго газа и кислорода въ дымѣ была бы равна объемному содержанію кислорода въ воздухѣ, т. е. была бы близка къ 21% по объему. Слѣдовательно, дымъ всегда содержитъ менѣе 21 об. % CO^2, и чѣмъ менѣе въ топливѣ водорода и чѣмъ горѣніе полнѣе приближается къ совершенству безъ избытка воздуха, тѣмъ ближе об. процентъ углекислаго газа приближается къ 21 [17]; отношеніе же между объемомъ этого газа и кислорода близится къ отношенію между количествомъ необходимаго и излишняго воздуха [18]. Во всякомъ случаѣ, при прочихъ равныхъ условіяхъ (особенно при данномъ составѣ топлива), полезное дѣйствіе (§ 20) топлива и печи, въ которой оно сожигается, возрастаетъ по мѣрѣ того, какъ количество воздуха убавляется и приближается къ теоретически необходимому, а слѣдовательно, по мѣрѣ того, какъ объемный процентъ углекислаго газа въ дымѣ возрастаетъ. А такъ какъ его плотность (=22, если водорода=1) слишкомъ въ полтора раза болѣе плотности воздуха. Слѣдов., если желательно сохранить скорость постоянною, отверстіе дымовой трубы надо дѣлать въ два раза большимъ, чѣмъ отверстіе поддувала, при равенствѣ же сѣченій скорость дыма будетъ около въ 2 раза болѣе скорости входящаго воздуха.

темпер. t, то его объемъ будетъ $=\left(\frac{3,67}{1,97}+\frac{8,92}{1,257}\right)(1+\alpha t)=8,95\ (1+\alpha t)$, т. е. независимо отъ температуры равенъ объему пошедшаго въ дѣло воздуха. 2) Когда сгораетъ 1 кил. чистой клѣтчатки ($c=44,4$, $h=6,2$; $o=49,4\%$), требуется 1,184 к. кислор. или 5,15 к. воздуха, его объемъ=3,98 куб. метр. Въ дымѣ будетъ 1,628 к. CO^2+0,556 к. H^2O+3,966 к. N^2; они займутъ при $t°$ объемъ: (0,826 + 0,683 + +3,155) $(1+\alpha t)$ куб. метр. Если темпер. дыма будетъ выше 100°, вся вода будетъ въ видѣ пара и объемъ дыма будетъ 4,664 $(1+\alpha t)$, т. е. болѣе объема воздуха при той же t. Если же дымъ охладится до того, что водяной паръ перейдетъ въ жидкость, объемъ дыма будетъ 3,981 $(1+\alpha t)$, т. е. такой же, какъ воздуха при той же t. Слѣдов. здѣсь въ дѣйствительности будетъ приращеніе объема, могущее достигать 17%. 3) Представимъ, что 1 к. нефти ($c=86$, $h=14\%$) сгораетъ не вполнѣ, образуя воду и окись углерода; требуется 2,267 к. кислорода или 9,857 к. воздуха; его объемъ= 7,616 куб. м. Въ дымѣ будетъ: 2,007 к. CO, 1,260 к. H^2O и 7,590 к. азота, которые займутъ объемъ: (1,599 + 1,548 + 6,038) $(1+\alpha t)$ или 9,185 $(1+\alpha t)$ куб. м., если вода будетъ парообразна, или 7,637 $(1+\alpha t)$ куб. м., если она выдѣлится въ жидкомъ видѣ, т. е. въ первомъ случаѣ произойдетъ возрастаніе объема (независимо отъ t), а во второмъ его почти не будетъ. На основаніи сказаннаго должно при устройствѣ трубъ и при разсчетѣ въ нихъ скоростей дыма принимать, что объемъ дыма не менѣе объема входящаго воздуха, нагрѣтаго до температуры трубы, и можетъ превосходить его, въ обычныхъ условіяхъ (вода въ дымѣ парообразна), на 10 — 20%. Поэтому, если въ печь входитъ 1 объемъ воздуха при 0°, то объемъ дыма будетъ отъ 1,6 до 1,8 при $t=150°$, отъ 1,8 до 2,1 при $t=200°$ и отъ 2,1 до 2,5, если темпер. дыма достигаетъ 300°. Вообще же можно считать, что объемъ дыма въ 2 раза болѣе объема входящаго въ печь воздуха. Слѣдов., если желательно сохранить скорость постоянною, отверстіе дымовой трубы надо дѣлать въ два раза большимъ, чѣмъ отверстіе поддувала, при равенствѣ же сѣченій скорость дыма будетъ около въ 2 раза болѣе скорости входящаго воздуха.

[17] Если бы въ топливѣ не содержалось водорода и кислорода, то отношеніе 21 къ объемному проценту углекислоты въ дымѣ показало бы прямо, во сколько разъ об. воздуха входящаго въ топку превосходитъ потребный для горѣнія объемъ воздуха. Но такъ какъ въ топливѣ всегда $h-o/8$ есть величина положительная, то часть кислорода воздуха идетъ на образованіе воды, а потому сумма об. CO^2+O^2 въ дымѣ менѣе 21 въ охлажденномъ дымѣ, который и подвергается анализу (§ 20).

[18] Возьмемъ для примѣра к. уголь, содержащій 72% углерода, 5% водорода и 8% кислорода (остальные 15% зола + влажность + азотъ). Для полнаго сожиганія 1 килогр. такого угля требуется 2,24 к. кислорода или около 9,74 к. воздуха. Если избытка его не будетъ, то въ дымѣ послѣ охлажденія (считая, что всѣ 0,45 кил. воды при этомъ перейдутъ въ жидкое состояніе) будетъ содержаться 7,50 к. азота + 2.64 к. CO^2, а по объему около 83,6 азота и 16,4 CO^2. Если воздуха будетъ входить вдвое болѣе (19,48 кил.), чѣмъ должно (такъ обыкновенно и входитъ въ завод. печи), то по охлажденіи въ дымѣ будетъ 15,00 кил. азота + 2,64 к. CO^2 + 2,24 к. кислорода, а по объему будетъ около: 81,4 азота, 8,0 CO^2 и 10,6% кислорода, т. е. объемный процентъ углекислаго газа *почти* во столько же разъ убавляется, во сколько увеличивается притокъ воздуха. Вообще, назвавъ чрезъ n отношеніе объема воздуха, взошедшаго въ печь къ объему воздуха необход. для полнаго сожиганія, а чрезъ p объемный процентъ CO^2 въ охлажденномъ дымѣ, для каменныхъ углей можно принять, что $n=16/p$, такъ что зная об. процентъ CO^2 въ дымѣ, можно уже довольно близко судить о количественномъ избыткѣ воздуха взошедшаго въ печь, а это важно для опредѣленія полезнаго дѣйствія топлива въ печахъ разнаго устройства (§ 20).

ности азота (=14) и почти во столько-же болѣе плотности кислорода (=16), то, по мѣрѣ улучшенія горѣнія и возрастанія въ дымѣ содержанія углекислаго газа, плотность охлажденнаго дыма (при постоянной, напр. комнатной, температурѣ) возрастаетъ, и по ней можно судить о % CO^2 и объ измѣненіяхъ въ процессѣ горѣнія въ очагѣ. Если представимъ, что большой и легкій шаръ взвѣшивается въ атмосферѣ охлажденнаго дыма, то кажущійся вѣсъ шара, равный его истинному вѣсу безъ вѣса вытѣсненнаго объема атмосферы, будетъ убывать по мѣрѣ прибыли CO^2 въ дымѣ. На этомъ началѣ устроены довольно уже разнообразные *дазиметры* и *эконометры*, помѣщаемые около самой топки и опредѣляющіе плотность охлажденнаго дыма во время самаго хода горѣнія. Для этой цѣли изъ дымохода *A* водянымъ насосомъ *B* вытягивается нѣкоторая часть дыма. Проходя чрезъ цилиндры *C* и *D*, наполненные ватой и помѣщенные въ сосудъ съ водою, имѣющею обык. температуру, дымъ оставляетъ въ нихъ частицы сажи и главную часть воды и входитъ подъ стеклянный колоколъ или шкафъ *E*, въ которомъ находятся вѣсы, назначенные для опредѣленія плотности дыма, а именно объемнаго процента углекислаго газа, такъ что и дѣленія шкалы вѣсовъ прямо наносятся пропорціонально объемному проценту углекислаго газа, а нуль шкалы отвѣчаетъ положенію равновѣсія въ воздухѣ [19].

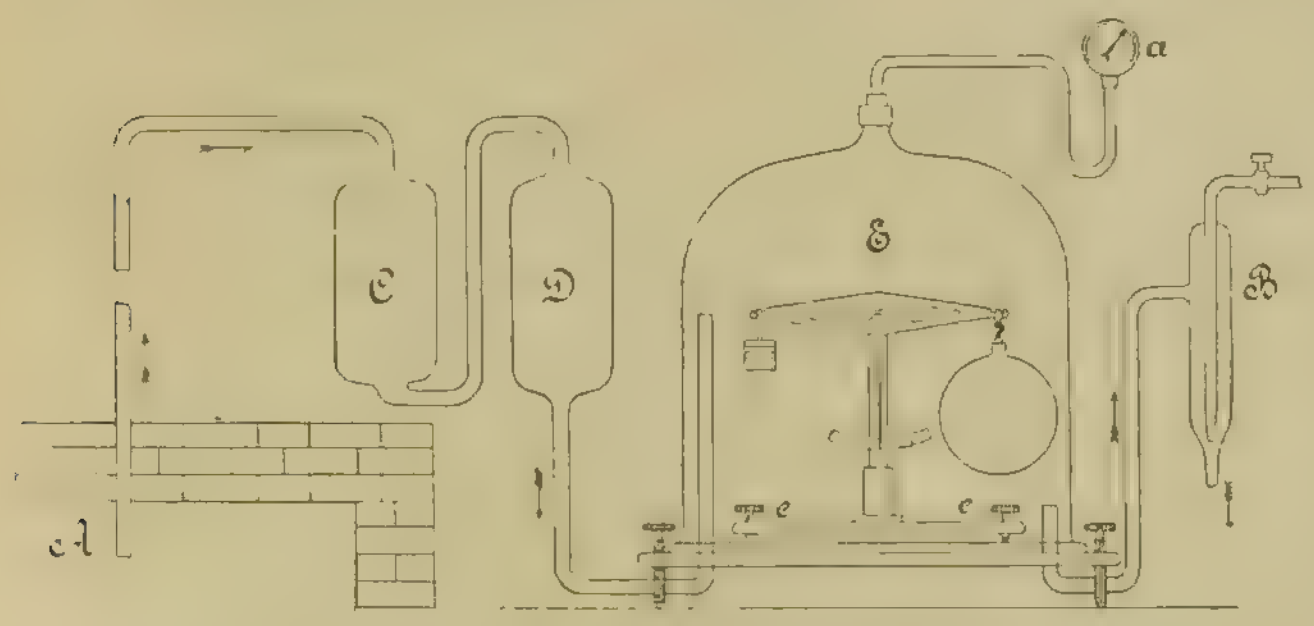


Рис. 2. Схема расположенія дымовыхъ вѣсовъ или дазиметра для опред. плотности охлажденнаго дыма или содержанія въ немъ углекислоты. Изъ дымохода A водяной насосъ B тянетъ часть дыма и онъ на пути проходитъ колоколъ E (съ манометромъ a), въ которомъ стоятъ вѣсы, нуль шкалы которыхъ отвѣчаетъ равновѣсію пустотѣлаго шара въ воздухѣ, а дѣленія отвѣчаютъ % CO^2. Передъ опытомъ винты cc и подвѣски другого плеча позволяютъ уставить стрѣлку въ воздухѣ на 0. Водяной кранъ заставляетъ дѣйствовать насосъ B. Сосуды C и D содержатъ вату и пемзу для удержанія копоти и дегтя.

[19] Чтобы показать явное измѣненіе въ плотности дыма по мѣрѣ увеличенія содержанія CO^2, достаточно указать на то, что если объемъ взвѣшиваемаго шара = 500 куб. сантим. и при давленіи 760 мм. температура пространства=20° Ц., то въ чистомъ воздухѣ потеря вѣса будетъ около 602 миллиграммовъ, а въ воздухѣ, содержащемъ $10\%CO^2$ по объему, около 633 миллигр., т. е. на каждый % вѣсъ сосуда будетъ измѣняться примѣрно на 3 миллиграмма, а такое измѣненіе вѣса можетъ быть отлично и ясно видимо при надлежащей чувствительности правильно устроенныхъ вѣсовъ, и такъ какъ вся разность, отвѣчающая $16-20\%CO^2$, не болѣе 60 миллигр., то легко устроить вѣсы, которые прямо по дѣленной шкалѣ покажутъ объемный % углекислоты. Эконометры представляютъ по существу такое же устройство, какъ и дазиметры, только опредѣляется не потеря вѣса пустотѣлаго шара, а вѣсъ газа, вмѣщающагося въ опрокинутый цилиндръ, подвѣшенный на вѣсахъ и снабженный трубкою, чрезъ которую входитъ и постоянно возобновляется дымовой газъ.

Считаю не излишнимъ замѣтить, что показанія подобныхъ приборовъ по многимъ причинамъ не могутъ отличаться очень большою точностію, но не въ ней здѣсь и дѣло, а относительную прибыль или убыль въ дымѣ CO^2 они показываютъ съ ясностію, что и даетъ возможность раціонально улучшать топки.

[1] Опредѣленіе количества тепла, отдѣляющагося при горѣніи, всегда ведется при избыткѣ кислорода (обыкновенно не въ воздухѣ, а въ чистомъ кислородѣ, чтобы уменьшить массу продуктовъ горѣнія) и всегда относится только къ случаямъ полнаго горѣнія. О количествѣ тепла, происходящаго при неполномъ горѣніи, судятъ косвенно, зная съ одной стороны результатъ полнаго горѣнія начальнаго продукта (напр. угля), а съ другой стороны берутъ продуктъ неполнаго горѣнія (напр. окись углерода) и для него опредѣляютъ тепл-ость при полномъ горѣніи. Разность и даетъ теплопроизводительность при неполномъ горѣніи. Такъ, напр., сожигая 1 ч. чистаго угля въ CO^2, получаютъ 8100 ед. тепла, а сожигая 1 ч. окиси углерода, CO, въ ту же CO^2, получаютъ 2436 ед. тепла. Такъ какъ 12 ч. угля даютъ 28 ч. CO и 44 ч. CO^2, то при горѣніи 12 ч. угля въ CO^2 развивается 97200 ед. тепла, а при горѣніи 28 частей CO въ CO^2 развивается 68208 ед. тепла, откуда и выводится, совершенно строго, что

§ 8. Теплопроизводительность топлива или количество тепла, которое развивается одною вѣсовою частію топлива при его полномъ сгораніи [1], измѣряется

единицами тепла или калоріями, т. е. числомъ единицъ вѣса воды, нагрѣваемыхъ развиваемою теплотою на одинъ градусъ Цельзія [2], считая, что все происходящее тепло передается водѣ, то есть, что продукты горѣнія охладятся до начальной температуры топлива и кислорода (воздуха) и притомъ при обыкновенной температурѣ (и давленіи), то-есть считая всю образовавшуюся при горѣніи *воду перешедшею въ жидкое состояніе*. А такъ какъ этого въ заводской дѣйствительности не бываетъ, то въ ней научныя числа теплопроизводительности требуютъ своей поправки. Ввести ее вообще нельзя, потому что условія примѣненія топлива очень разнообразны и надо знать предѣлъ возможнаго пользованія топливомъ, а онъ и выражается въ теплопроизводительности, если считается, что продукты горѣнія отдали все тепло, пріобрѣтенное при горѣніи, и охладились до начальной или исходной общей температуры, притомъ до обычной въ дѣйствительности. Такимъ образомъ, въ изученіи теплопроизводительности мы имѣемъ дѣло еще не съ настоящею дѣйствительностію, а съ предѣломъ, къ которому практика можетъ и должна стремиться [3], принимая во вниманіе многія иныя обстоятельства. Когда говорится, напримѣръ, что чистый уголь, сгорая въ углекислоту, даетъ 8100 ед. тепла, это еще не значитъ, что однимъ килограммомъ такого угля, сожигая его въ печи, можно нагрѣть въ дѣйствительности 8100 килограммовъ воды отъ 0° до 1° или 81 кило воды отъ 0° до 100°, но это значитъ, что болѣе указаннаго получить полезнаго дѣйствія нельзя. Оно будетъ ниже не только отъ того, что уходящій дымъ будетъ уносить съ собою часть

---

12 ч. угля, сгорая въ CO, развиваютъ 28992 ед. тепла, а 1 ч. угля, сгорая въ CO, даетъ 2416 ед. тепла. Замѣтимъ здѣсь, что сущность процесса въ обоихъ случаяхъ различается изъ за того, что уголь есть тѣло твердое, а CO и CO^2 газы, слѣд., когда горитъ уголь, часть тепла расходуется на газообразованіе, а когда горитъ CO, этого расхода нѣтъ. Съ другой стороны, когда горитъ уголь въ CO^2, объемъ кислорода сохраняется, но когда сгораетъ окись углерода въ CO^2, изъ 2-хъ ея объемовъ и 1 об. кислорода происходитъ 2 об. CO^2. А такъ какъ перемѣна объема газовъ сопряжена, какъ и перемѣна физическаго состоянія, съ перемѣною количества тепла (поглощеніе при расширеніи объема или превращеніи въ газъ и выдѣленіе тепла при сжатіи газа или переходѣ изъ газа въ жидкость и въ тв. тѣло), то указанныя явленія показываютъ, что наблюдаемое при горѣніи отдѣленіе тепла состоитъ изъ алгебраической суммы нѣсколькихъ слагающихъ, изъ которыхъ наиболѣе важны: теплота физико-механическихъ процессовъ (могущая быть отрицательною, какъ при горѣніи C въ CO или въ CO^2), и теплота, зависящая отъ химическаго воздѣйствія.

[2] Теплоемкость воды (какъ и иныхъ веществъ) не есть величина постоянная, а именно измѣняется не только съ перемѣною состоянія (жидкаго, твердаго и парообразнаго), но и съ перемѣною температуры, т. е. для нагрѣванія воды отъ $t°$ до $t+1°$ расходуется не то же количество тепла, какъ для нагрѣванія отъ 0° до 1°. Измѣненіе теплоемкости съ t выражается, судя по опытамъ Реньо, формулою: $S_t = 1 + 0{,}00004t + 0{,}0000009t^2$. Но болѣе совершенныя новыя опредѣленія даютъ иную зависимость, а именно, судя по § 20 [6]: $S_t = 1 - 0{,}00062t + 0{,}0000135t^2$. Во всякомъ случаѣ, единицею тепла законнѣе всего принимать теплоемкость жидкой воды при 0°. Но иногда въ калориметріи принимаютъ за ед. тепла среднюю теплоемкость воды близъ ея обычной (въ комнатныхъ опытахъ) температуры, напр. 18°. А такъ какъ тогда она $=$ 0,9932, то отъ одной разности въ величинѣ единицы тепла показанія разныхъ наблюдателей могутъ представлять разности въ $0{,}7\%$. А такъ какъ въ калориметрическихъ опредѣленіяхъ, особенно прежнихъ, участвуютъ многія поправки, иногда довольно сомнительныя, напр. лучеиспусканіе, если опытъ длителенъ (въ бомбѣ онъ протекаетъ наиболѣе быстро), то погрѣшность въ 1% здѣсь можно подозрѣвать въ большинствѣ случаевъ, не говоря уже о топливѣ, непостоянство и неопредѣленность состава котораго всегда будутъ причиною того, что калориметрическимъ числамъ теплопроизводительности топлива должно довѣрять—въ наилучшихъ случаяхъ — не болѣе какъ до ± 2 или $\pm 3\%$.

[3] Судя однако по тому, что опыты съ паровыми котлами (въ мюнхенской лабораторіи, см. далѣе) показали полную возможность уловить и измѣрить, какъ въ калориметрѣ, всѣ части тепла, развиваемаго топливомъ, должно думать, что со временемъ, когда въ томъ представится надобность и выгодность, въ практикѣ отопленія достигнется не меньшая отчетливость въ расходѣ тепла, чѣмъ та, какую представляютъ обычныя калориметрическія опредѣленія, такъ какъ дѣла заводовъ постепенно приближаются къ тому предѣлу, который достигается при научномъ изученіи предмета, ибо пресловутая рознь теоріи и практики (§ 1) если не окончательно исчезла, то стремится быстрыми шагами къ исчезанію. У фабрично-заводской практики есть свои идеалы, хотя и не мечтательные, а на столько же реальные, какъ геометрическіе предѣлы, примѣняемые, напр., при изученіи кривыхъ линій.

тепла, но и отъ того, что часть воды, нагрѣваясь, испаряется, расходуя тепло, часть котораго непзбѣжно разсѣется лучеиспусканіемъ, потеряется для нагрѣва окружающихъ стѣнокъ и т. п. Когда же теплопроизводительность извѣстна и извѣстны всѣ возможныя траты тепла, получается та полная картина дѣла, которая показываетъ истинное обладаніе сущностію предмета, а потому изученіе топлива и всего его примѣненія можетъ быть полнымъ и отвѣчать дѣйствительности, только исходя изъ величинъ теплопроизводительности, тѣмъ болѣе, что въ этомъ отношеніи разные виды топлива представляютъ большія различія, для прямого же практическаго примѣненія величины эти требуютъ еще многихъ другихъ дополнительныхъ свѣдѣній, а сами по себѣ имѣютъ малое практическое значеніе. Чтобы показать это, достаточно указать на то, что, превращая дерево въ древесный уголь или въ воздушный (генераторный) газъ, много процентовъ теряютъ изъ теплопроизводительности исходнаго матеріала, но практически выгадываютъ въ дѣлѣ пользованія топливомъ, потому что получаютъ возможность при сожиганіи полученныхъ продуктовъ достигать такихъ температуръ, какихъ само дерево, прямо сгорая, вовсе не можетъ давать.

Данныя о теплопроизводительности можно или прямо почерпать изъ опытныхъ опредѣленій или узнавать на основаніи состава видовъ топлива. Если бы изученіе топлива касалось только его теплопроизводительности, то опытное ея опредѣленіе слѣдовало бы предпочесть разсчету по составу уже по той причинѣ, что послѣдній опредѣляется съ гораздо большимъ трудомъ, чѣмъ опытно измѣряется теплопроизводительность, но дѣло въ томъ, что составъ топлива необходимо знать для всѣхъ иныхъ свѣдѣній о немъ, какъ видѣли выше и увидимъ далѣе, а потому въ каждомъ частномъ случаѣ проще исходить изъ состава, а сущность дѣла все же зависитъ отъ прямыхъ опытныхъ опредѣленій теплопроизводительности, которыя прямо показываютъ, что, зная составъ топлива, можно знать съ точностію, удовлетворяющей заводскимъ условіямъ, и его теплопроизводительность, пользуясь нѣкоторыми, изъ опыта выведенными, постоянными величинами (коэффиціентами).

Еще Лавуазье и Лапласъ въ концѣ XVIII столѣтія положили начало опытному опредѣленію тепла, развиваемаго горѣніемъ, пользуясь *калориметромъ* или приборомъ, въ которомъ производится горѣніе взвѣшеннаго количества вещества и все тепло поглощается опредѣленнымъ количествомъ окружающей воды, повышеніе температуры которой и даетъ искомую теплопроизводительность. На дѣлѣ здѣсь встрѣчается множество трудностей, напр. при зажиганіи въ замкнутомъ пространствѣ, при доставленіи надлежащаго количества кислорода, при доведеніи температуры образующихся газовъ до температуры воды калориметра, при измѣреніи малыхъ перемѣнъ температуръ, при разсчетѣ потерь тепла отъ неполнаго горѣнія, отъ испаренія воды калориметра, отъ лученспусканія прибора и т. п. Трудности эти преодолѣны усиліями многихъ (Гессъ, Дюлонгъ, Реньо, Эндрюсъ, Джауль, Фавръ и Зильберманъ, Томсенъ, Бертело, Лугининъ и др.), и составилась большая литература этого предмета (термохимія, калориметрія). Входить въ описаніе этого сложнаго предмета здѣсь было бы не у мѣста, но я считаю необходимымъ указать на то, что рѣшеніе вопроса о возможно точномъ опредѣленіи теплотъ горѣнія сильно подвинулось впередъ съ того времени, какъ Бертело сталъ производить калориметрическія сожиганія въ плотно запертой стальной бомбѣ, выложенной внутри платиною (рис. 3), нагнетая внутрь подъ давленіемъ до 20 атмосферъ кислородный газъ, потребный для горѣнія. Многія поправки при этомъ исключились, все дѣло стало точнѣе и приборы уютнѣе, такъ что получился явный выигрышъ въ скорости полученія результата и въ его малой погрѣшности. Но Бертело, какъ Томсенъ, Штоманъ, Лугининъ и др. производили свои калориметрическія измѣренія почти исключительно съ опредѣленными химическими соединеніями, въ интересахъ чисто химическихъ, причемъ для изслѣдованій топлива—въ техническихъ интересахъ—не оставалось мѣста, и многія разнорѣчія, зависѣвшія преимущественно отъ не-

*

точности прилагавшихся пріемовъ измѣренія теплопроизводительности топлива,

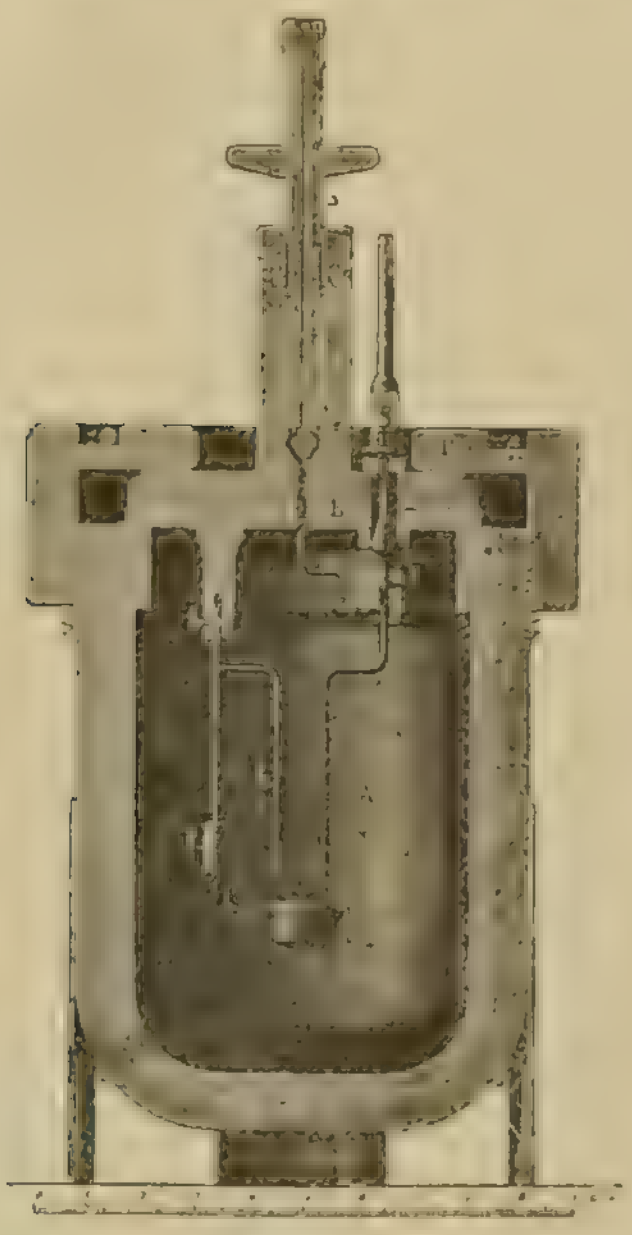


Рис. 3. Калориметрическая стальная бомба Бертело, выложенная внутри слоемъ платины и завинчиваемая сверху наружною гайкою, придавливающею крышку B. Винтъ a позволяетъ нагнетать кислородъ и герметически запирать затѣмъ весь приборъ, вмѣщаемый въ воду калориметра, какъ на рис. 4. Изолированная проволока, проходящая чрезъ крышку, и другая c, соединенная металлически съ крышкою, позволяютъ проводить внутри бомбы зажиганіе (см. далѣе) или взрывъ. Діаметръ внутри около 65 мм.

продолжали запутывать вопросъ объ этомъ предметѣ [4]. Наиболѣе досто-

вѣрныя данныя для разнообразнѣйшихъ видовъ (болѣе 60-ти) топлива доставилъ въ 1891 и 1892 гг. Малеръ (Mahler), примѣнившій сожиганіе въ бомбѣ, какъ у Бертело, съ тою лишь разностію (для удешевленія прибора немаловажною), что стальная его бомба внутри покрыта не платиною, а эмалью, оказавшеюся вполнѣ пригодною къ дѣлу. Приборъ его изображенъ на 4-мъ рисункѣ, гдѣ видно

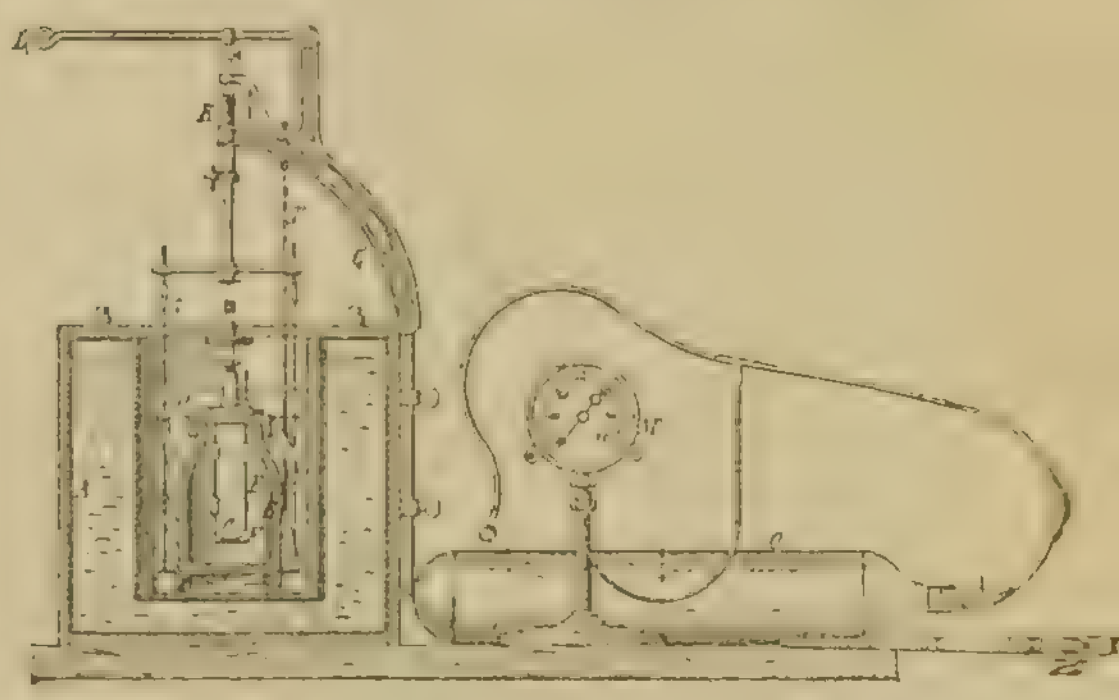


Рис. 4. Общее расположеніе калориметра Малера съ бомбою E (устройство такое же, какъ на рис. 3), мѣшалкою S и термометромъ T. Кислородъ, сжатый до нѣсколькихъ десятковъ атмосферъ, вмѣщается въ особый стальной сосудъ O, откуда и вводится въ бомбу, въ которой заранѣе вмѣщается на чашечкѣ C цилиндръ сжатаго угольнаго порошка, зажигаемый при помощи желѣзной проволочки, надъ нимъ располагаемой и сгорающей при пропусканіи тока (какъ указано въ выноскѣ (5)).

какъ общее расположеніе частей, такъ и важнѣйшія подробности устройства. Подобную же бомбу устроилъ Гемпель. Топливо обыкновенно заготовляется (изъ средней пробы) въ видѣ цилиндрика, спрессованнаго изъ порошка, и зажигает-

[4] Въ 60-хъ и 70-хъ годахъ, и даже отчасти по сихъ поръ, встрѣчается, напримѣръ, много разнорѣчій въ термической литературѣ по поводу примѣнимости формулы Дюлонга [13] къ выраженію отношенія между составомъ топлива и его теплопроизводительностію, но при этомъ обыкновенно упускались изъ вниманія погрѣшности, возможныя какъ въ однородности пробъ, такъ и въ анализахъ и особенно въ калориметрическихъ измѣреніяхъ, которыя въ прежнее время были особенно сомнительными или сопряжены съ погрѣшностями въ нѣсколько процентовъ. Такъ, напр., для антрацита Крезо опредѣленія Шейреръ-Кестнера дали 8949 ед. тепла, а Малеръ нашелъ потомъ 8404. Здѣсь еще можно полагать, что образцы (слои) были разные (но вѣдь и въ практикѣ они будутъ разные) и что разность чиселъ опредѣляется разностью состава; но не мало есть примѣровъ и того, что при близкомъ составѣ разные изслѣдователи получали разныя числа (приписывать эту разность изомеріи, какъ то дѣлали нѣкоторые изслѣдователи, не только произвольно, но и неосновательно, п. ч. опредѣленныя, чистыя углеродистыя изомерныя веще-

ства обыкновенно показываютъ очень малую разность въ теплотѣ горѣнія). Такъ, напр., Алексѣевъ нашелъ для донецкаго каменнаго угля франц. компаніи (шахты n° 28, пластъ E), содержащаго $c=85{,}70$, $h=4{,}62\%$, $Q=7896$ калорій, а Малеръ для коксоваго угля Roche-le-Molière, для котораго $c=85{,}69$, $h=4{,}17$, получилъ $Q=8417$ калорій, то есть больше на 6%, хотя водорода содержится менѣе. Прежде чѣмъ признавать такую разность, очевидно надо имѣть увѣренность въ томъ, что она не зависитъ отъ неточностей, свойственныхъ анализу и калориметрическимъ измѣреніямъ. Обсудивъ большую совокупность существующихъ изслѣдованій теплопроизводительности топлива, я пришелъ къ тому выводу, что въ прежнихъ измѣреніяхъ (подъ обыкновеннымъ давленіемъ кислорода) должно признавать возможность погрѣшности до 5%, въ новыхъ (въ бомбахъ, со сжатымъ кислородомъ) до 2%. А такъ какъ и въ анализахъ (особенно въ опредѣленіи водорода, кислорода и сѣры, которую нерѣдко пропускаютъ) есть свои немалыя погрѣшности, то

ся тонкой желѣзной проволокой, загорающейся отъ накаливанія токомъ [5]. Кислородъ вводятъ въ бомбу заранѣе при давленіи 20—25 атмосферъ, такъ что горѣніе идетъ при его избыткѣ [6] и, когда вводятся всѣ надлежащія поправки [7], повтореніе опыта въ разныхъ условіяхъ даетъ результаты, разности которыхъ не превосходятъ $1^0/_0$ всей теплопроизводительности, чего нельзя сказать ни объ одномъ изъ прежде примѣнявшихся для топлива пріемовъ [8], не говоря уже о ихъ сложности и продолжительности. Теплопроизводительность многихъ видовъ русскихъ каменныхъ углей изслѣдована уже способомъ сожиганія въ бомбѣ [9], но однако наибольшій рядъ данныхъ для русскихъ углей доставили опредѣленія профессора В. Ф. Алексѣева, произведенныя въ стекляномъ приборѣ, рис. 5 (стр. 86), сожиганіемъ въ струѣ кислорода, протекающаго подъ обыкновен. давленіемъ [10]. Общіе и частные результаты опредѣленій этого рода приводятся въ дальнѣйшемъ изложеніи, какъ въ этомъ §, такъ и при описаніи отдѣльныхъ видовъ топлива (§§ 11—15).

Особый, и для практики очень важный, рядъ опредѣленій теплопроизводительности многихъ видовъ каменныхъ углей доставили изслѣдованія мюнхенской опытной станціи, назначенной для изученія топлива. Здѣсь сожигаются подъ паровымъ котломъ прямо большія массы

при обсужденіи отношенія между составомъ топлива и его теплопроизводительностію лучше всего опираться не на какія либо отдѣльныя опредѣленія, а на всю совокупность хорошо извѣстныхъ данныхъ и на средніе изъ нихъ выводы, что я и старался выполнить при выводѣ (см. далѣе) предлагаемой мною формулы.

[5] Топливо (въ видѣ цилиндра или въ кусочкахъ) помѣщается въ центрѣ сожигательной камеры калориметра въ тигель или чашечку, надъ нимъ закрѣпляется тонкая желѣзная проволока, вѣсомъ въ нѣск. миллиграммовъ, между металлическими зажимами, сообщающимися чрезъ изолированный проводникъ и стѣнку бомбы съ проводниками тока, который накаливаетъ проволоку, загорающуюся въ атмосферѣ кислорода. Отъ горѣнія образуется шарикъ сплавленной окалины (тепло, развивающееся при этомъ, вводится въ разсчетъ, считая на каждый миллигр. сгорѣвшаго желѣза 1,6 грам. ед. тепла), онъ падаетъ на топливо и его зажигаетъ. При избыткѣ сжатаго кислорода и маломъ (около грамма) колич. сожигаемаго топлива горѣніе скоро кончается и совершается вполнѣ (нѣтъ копоти и окиси углерода), что сильно увеличиваетъ точность опредѣленій въ бомбѣ. Когда работаютъ подъ обыкновеннымъ давленіемъ въ струѣ протекающаго кислорода, зажиганіе производятъ или вышеуказаннымъ способомъ, или бросая (чрезъ открытую на время пробку) маленькій кусочекъ зажженнаго древеснаго угля (Чернай, Алексѣевъ и др.), на теплоту котораго можно сдѣлать соотвѣтственную поправку (ее не дѣлаютъ иногда по малости вѣса уголька и по большой массѣ воды въ калориметрѣ).

[6] Это ускоряетъ теченіе горѣнія и уменьшаетъ погрѣшность поправокъ на лучеиспусканіе. Сверхъ того, такъ какъ всѣ продукты горѣнія (CO^2, H^2O, сѣра превращается въ H^2SO^4, азотъ въ HNO^3) остаются въ бомбѣ (въ нее вводится вода для растворенія образующихся кислотъ) и нѣтъ надобности опредѣлять количество испарившейся воды (внутри бомбы газъ все время остается насыщеннымъ ея парами), то отчетливость результата и простота его полученія значительно увеличиваются противу того, что происходитъ при сожиганіи въ струѣ протекающаго кислорода

[7] Поправокъ много. Одна изъ главныхъ состоитъ въ опредѣленіи «водянаго значенія» всѣхъ твердыхъ частей прибора или въ опред. ихъ общей теплоемкости, такъ какъ они, какъ и вода калориметра, принимаютъ теплоту развиваемую горѣніемъ Затѣмъ неизбѣжную поправку составляетъ потеря тепла калориметромъ какъ отъ лученспусканія, такъ и отъ испаренія воды. Обѣ эти поправки находятся эмпирически разными способами, описываемыми въ термохиміи. Вводятся поправки также и на показанія термометра, на образованіе H^2SO^4 и HNO^3, на скрытую теплоту испаряющейся воды, на недогорѣвшее вещество и т. п. Количество воды калориметра опредѣляется взвѣшиваніемъ. Все это подробно описывается въ сочиненіяхъ по калориметріи и термохиміи.

[8] См. выноски [4] и [7].

[9] Такъ напр., Миклашевскій (1893) сдѣлалъ нѣсколько опредѣленій для сахалинскихъ углей; въ лабор. же И. Р. Техническаго Общества подъ руководствомъ Д. П. Коновалова сожигались въ бомбѣ Малера многіе угли польскаго бассейна и т. п.

[10] Въ особомъ сочиненіи: Алексѣевъ, 1895—«Ископаемые угли Россійской Имперіи» собраны сотни опредѣленій, произведенныхъ проф. Алексѣевымъ, и описаны пріемы анализа и калориметрическіе. Къ сожалѣнію, многіе образцы, служившіе для анализовъ, не представляютъ среднихъ пробъ, а относятся къ случайнымъ образчикамъ, но несомнѣнно, что химическое изученіе русскихъ углей, начатое А. А. Воскресенскимъ и сильно подвинутое (для донецкихъ углей) многолѣтними изслѣдованіями проф. Чирикова (въ Харьковѣ), пріобрѣло въ изслѣдованіяхъ проф. Алексѣева новый важный вкладъ. Можно только сожалѣть, что сожиганія производились не въ замкнутой бомбѣ, а въ струѣ протекающаго кислорода, что сопряжено съ разными погрѣшностями, особенно въ отношеніи тепла, уносимаго съ парами образующейся воды.

топлива и опредѣляется не только количество испаряющейся воды [11], но и всѣ иные источники расхода тепла, какъ-то: теплота, уходящая въ дымѣ, передаваемая окружающимъ предметамъ, золѣ угля, то получается прямая увѣренность въ томъ, что лабораторныя изслѣдованія малыхъ пробъ имѣютъ прямое практическое или фабрично-заводское значеніе [11 bis]. (Рис. 6 на стр. 87).

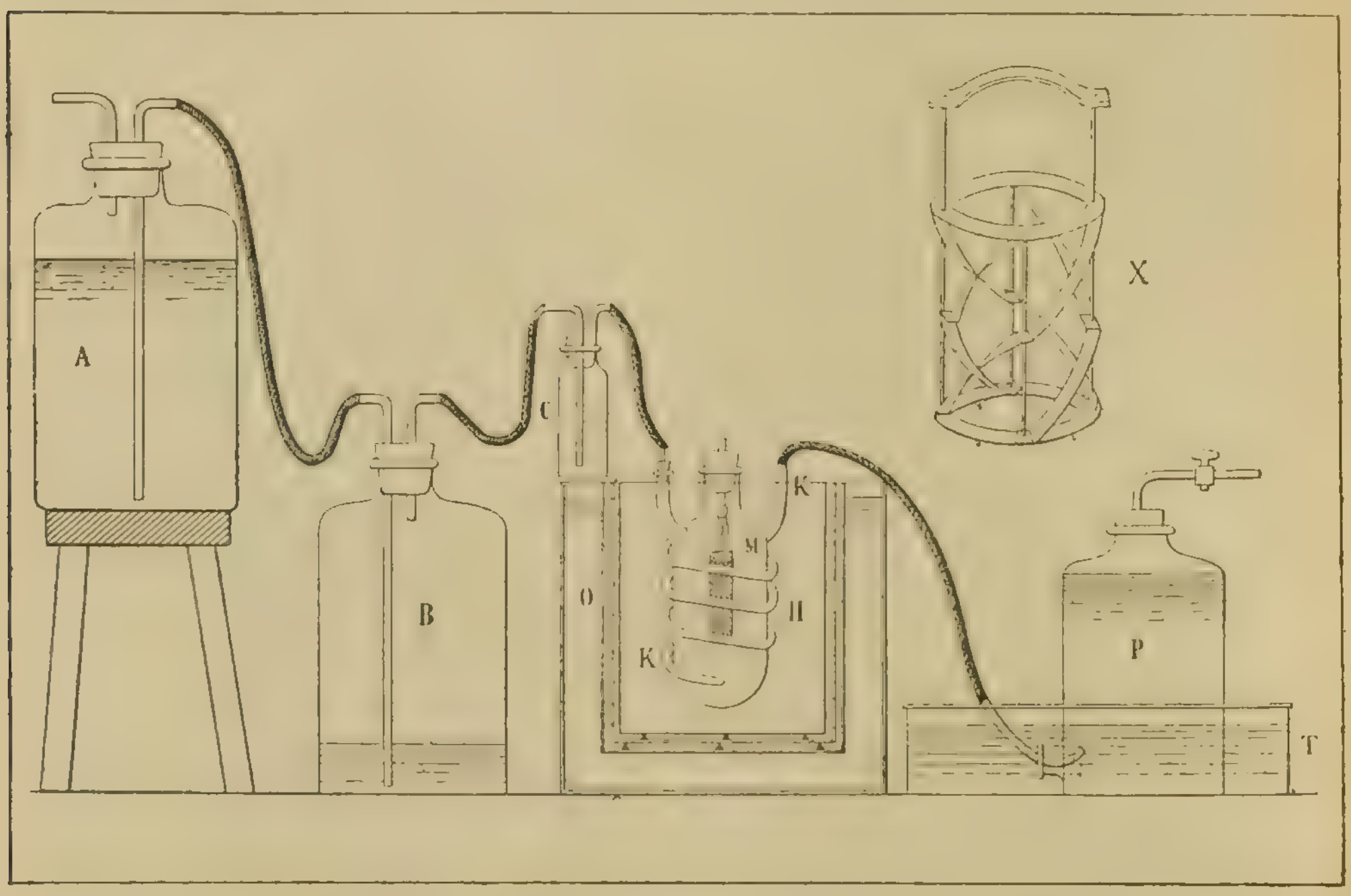


Рис. 5. Приборъ пр. Алексѣева для опред. теплоты горѣнія к. углей въ струѣ кислорода подъ обыкн. давленіемъ. Цилиндръ угля помѣщается въ сѣтку сосуда M, вмѣщеннаго въ калориметрѣ H. Кислородъ изъ B вытѣсняется водою A въ камеру M, изъ которой газы и пары по змѣевику K K идутъ въ пріемникъ P. Справа сверху отдѣльно изображена мѣшалка X, служащая для перемѣшиванія воды въ калориметрѣ.

и т. п. Такъ какъ размѣры опыта подходятъ прямо къ техническимъ, а полученные результаты вполнѣ отвѣчаютъ тѣмъ, какіе даютъ опредѣленія въ калориметрѣ, гдѣ сожигаются граммы—вмѣсто тоннъ

давать болѣе важные для практики результаты, чѣмъ полныя научныя изслѣд. топлива, но и представляютъ большую степень несомнѣнности, потому что прямо выражаютъ крупный средній результатъ. Когда дѣло идетъ о сравненіи двухъ, трехъ образцовъ въ условіяхъ и для цѣлей, совершенно твердо и неизмѣнно установленныхъ, тогда, конечно, простое практическое испытаніе можно считать достаточнымъ и рѣшающимъ, но когда впереди предстоитъ прогрессъ усовершенствованій всякаго рода и сравненію подлежатъ многіе возможные виды топлива, тогда простое практическое испытаніе становится очень сложнымъ, мало достовѣрнымъ въ своихъ выводахъ и задерживающимъ усовершенствованія. По этой причинѣ устройство хорошо обставленныхъ испытательныхъ станцій, гдѣ рядомъ ведутся лабораторныя изслѣдованія и такіе опыты пользованія топливомъ, въ которыхъ улавливаются всѣ виды расхода топлива и потерь тепла — не только весьма желательны для нашей страны, но и могутъ много содѣйствовать успѣхамъ ея промышленности. Расходы, съ этимъ связанные, стократно окупятся, если станутъ распространяться здра-

---

[11] Въ заводской и вообще промышленной практикѣ количество тепла, развиваемое топливомъ, чаще всего выражаютъ количествомъ воды, испаряемой одною вѣсовою частію топлива, но такъ какъ это количество измѣняется при данномъ топливѣ какъ съ устройствомъ топки и паровика, такъ и съ количествомъ воздуха, пошедшаго для горѣнія (т. е. съ температурою, достигаемою при горѣніи), то здѣсь можетъ происходить смѣшеніе понятій, а потому мы особо далѣе (§ 20) разберемъ отношеніе между теплопроизводительностію топлива и колич. воды, имъ испаряемымъ.

[11 bis] Въ этомъ, къ сожалѣнію, надо еще убѣждать многихъ, полагающихъ, что простые практическіе опыты (напр. о тратѣ разныхъ углей при пробѣгѣ поѣздовъ, о количествѣ воды, испаряющейся въ котлѣ при топкѣ разными видами угля, и т. д.) не только могутъ

Между горючими элементами первую роль въ топливѣ играетъ, безъ сомнѣнія, углеродъ, въ чистомъ и свободномъ видѣ образующій или уголь, или графитъ, или алмазъ. Тепло, ими отдѣляемое при горѣніи, не одинаково, какъ показываютъ многочисленныя опредѣленія. Наименьшее (около 7800 ед. теп.) количество даетъ алмазъ, наибольшее — уголь [12] (графитъ около 7900), а такъ какъ виды топлива даютъ уголь и представляютъ всѣ къ нему переходы, то для топлива представляетъ исключительный интересъ теплопроизводительность (назовемъ ее вообще черезъ Q) угля. Она для разнообразнѣйшихъ образцовъ угля и кокса оказывается, по суммѣ данныхъ, одинаковою (въ предѣлѣ точности калориметрич. опредѣленій), а именно найдена равною отъ 8060 до 8140 (Фавръ и Зильберманъ, Бертело, Штоманъ), такъ что для чистаго угля должно принять Q = 8100 ед. тепла [13]. Другой горючій элементъ топлива есть водородъ; сгорая въ видѣ газообразнаго горючаго тѣла, онъ даетъ (когда образующаяся вода вся перешла въ жидкость) 34500 ед. тепла. Но въ обычномъ твердомъ топливѣ водородъ уже потерялъ свою упругость, слѣдовательно выдѣлилъ часть своего тепла [14] и долженъ развивать, очевидно, меньше тепла. Уже по этому одному весьма мало вѣроятности въ предположеніи, сдѣлан-

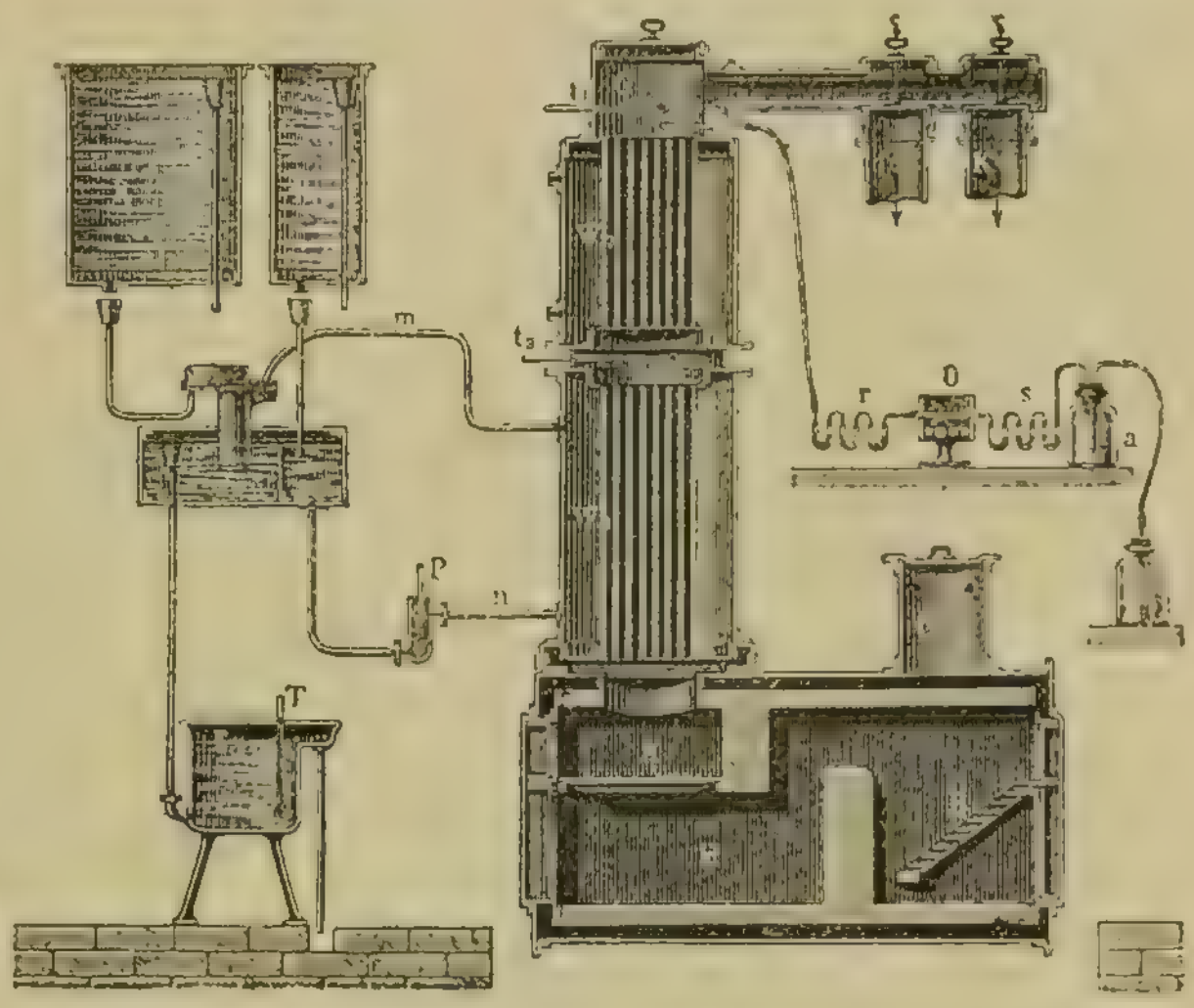


Рис. 6. Общее схематическое расположеніе первоначально устроеннаго парового котла (1878), служившаго на Мюнхенской опытной станціи (Bunte, Laurent и др.) для опредѣленія теплопроизводительности многихъ германскихъ кам. углей. Топливо сожигается на колосникахъ A или B (для длиннопламеннаго топлива). Очагъ, вѣсомъ 1700 кило, окруженъ коробкою съ циркулирующею водою, нагрѣваніе которой точно наблюдалось, какъ и количество воды испаряющейся въ стоячихъ котлахъ W_1 и W_2 (діам. 1, 2 метра). Поверхность прямого нагрѣва воды въ W_1 = 20 кв. м., вѣсъ его 2290 к. Верхній котелъ W_2, вѣсомъ 1803 к., служитъ подогрѣвателемъ. Дымъ проходитъ въ J къ воздушному насосу (вентилятору) или чрезъ K въ дымовую трубу. Пары перегоняемой воды, идя по m, сгущаются въ водѣ сосуда F, куда течетъ вода изъ резервуаровъ R и R_1. Насосъ P питаетъ котелъ по n. Въ E опредѣляется температ., до которой нагрѣвается въ F вода паромъ, что даетъ главную часть тепла топлива. Опредѣляются и всѣ остальныя части тепла.

выя и точныя понятія о топливѣ и чрезъ то расходы его экономироваться.

[12] Это до нѣкоторой степени понятно, если принять во вниманіе переходъ твердаго состоянія алмаза и угля въ газообразный видъ CO^2. Алмазъ, очевидно, судя по плотности и кристаллизаціи, дальше отъ газоваго состоянія, чѣмъ уголь, и, переходя въ газъ, долженъ поглощать больше тепла, т. е. развивать меньше.

[13] Коксъ, древесный уголь и т. п. виды практически примѣняемыхъ углей содержатъ еще воду, золу, водородъ, кислородъ и пр., а потому даютъ иное Q, напр. коксъ отъ 7000 до 8000. Нѣкоторые, особенно жирные и полужирные (коксовые) кам. угли, содержа много водорода, даютъ до 8600 ед. т. Число 8100 есть реальный предѣлъ теплопровводительности совершенно *чистаго* угля. Подобныя предѣльныя числа выражаютъ собою такое отвлеченіе отъ дѣйствительности, которое однако достижимо, и безъ подобныхъ предѣльныхъ чиселъ — нельзя понимать все разнообразіе дѣйствительности.

[14] Величину этой потери можно, до нѣкоторой степени (не входя въ подробности ни физическаго, ни химическаго характера), оцѣнить на основаніи того, что большинство веществъ, сгущаясь изъ парообразнаго состоянія въ твердое или жидкое, теряютъ (такъ наз. скрытую теплоту испаренія) тѣмъ болѣе тепла, чѣмъ ихъ частичный вѣсъ (или плотность пара) меньше, т. е. произведеніе изъ частичнаго вѣса на скрытое тепло испаренія есть величина почти постоянная (она въ дѣйствительности возрастаетъ съ увеличеніемъ температуры кипѣнія) и близкая къ 9000 ед. тепла. А такъ какъ частич. вѣсъ водорода равенъ 2, то скрытое тепло испаренія водорода вѣроятно весьма велико и близко къ 4500. Если это такъ, то при горѣніи жидкаго (или твердаго) водорода должно отдѣляться около 30000 ед. тепла. Если сверхъ того представимъ, что образующаяся при горѣніи вода (какъ CO^2 при горѣніи угля) останется газообразною (въ видѣ пара), надо отнять еще всю теплоту испаренія 9 частей воды, образующихся изъ 1 части

номъ давно, еще Дюлонгомъ, о томъ, что теплота горѣнія видовъ топлива опредѣляется содержаніемъ сгорающихъ углерода и водорода и ихъ теплопроизводительностью, наблюдаемою при сожиганіи ихъ въ свободномъ видѣ [15]. Если топливо содержитъ кромѣ углерода ($c^0/_0$) и водорода ($h^0/_0$) еще и кислородъ ($o^0/_0$), то по предположенію Дюлонга кислородъ надо считать соединеннымъ съ частію водорода въ воду, а потомъ эту часть водорода должно считать уже сгорѣвшею, и только $h—o/8$ считать горючею (disponible) въ топливѣ. Такимъ образомъ, гипотеза Дюлонга выражается формулою:

$$Q_D = 81c + 345(h—o/8),$$

которая показываетъ, что чистый уголь ($c = 100$) даетъ, какъ и есть на дѣлѣ, 8100, а чистый водородъ ($h=100$) 34500 ед. тепла. Но, какъ указано выше, нельзя ждать, чтобы водородъ, находясь въ твердомъ топливѣ, выдѣлялъ столько же тепла, сколько даетъ онъ, находясь въ газообразномъ состояніи; надо ждать меньшаго. Притомъ и гипотеза о содержаніи въ топливѣ всего кислорода въ видѣ воды ни на чемъ не основана. Главнымъ же возраженіемъ противъ общей примѣнимости указанной фор-

---

водорода. А такъ какъ скрытое тепло испаренія воды (при обык. t) близко къ 600 калор., то отнять надо еще около 5400 ед. тепла. Останется около 24500 ед. тепла, т. е. только около $^2/_3$ отъ 34500 ед. тепла, и полученное такимъ образомъ число будетъ сравнимо съ числомъ 8100, относящимся къ углю. Но въ подобныхъ разсчетахъ такъ много гипотетическаго, что они не могутъ имѣть прямого практическаго значенія. Тѣмъ не менѣе, мы увидимъ далѣе, что полученное здѣсь число 30000 ед. тепла для водорода въ твердомъ видѣ находитъ нѣкоторое оправданіе въ теплотѣ горѣнія твердыхъ и жидкихъ видовъ топлива, что не лишено нѣкотораго интереса.

Здѣсь считаю умѣстнымъ остановить вниманіе на отношеніи между Q и количествомъ кислорода, идущимъ для сожиганія, тѣмъ болѣе, что Вельтеръ принималъ прямую между ними пропорціональность, а Бертье примѣнилъ это къ оцѣнкѣ теплопроизводительности топлива, опредѣляя (чрезъ накаливаніе топлива съ окисью свинца) количество металл. свинца, возстановляемаго топливомъ изъ глета. Если принять во вниманіе, что чистый уг. ($Q = 8100$), сгорая въ CO^2, расходуетъ 2,67 кислор., а чистая клѣтчатка ($Q=4190$) 1,185, водородъ же ($Q=34500$) 8 ч. кислорода, то на одну часть кислорода въ первомъ случаѣ выдѣляется 3034, во второмъ 3536 и въ третьемъ 4312 ед. тепла, и на первый взглядъ кажется, что никакой пропорціональности Q съ колич. кислорода допустить нельзя. Но нельзя не обратить вниманія на то, что два первыя вещ. суть твердыя тѣла, а третье—газъ, и что изъ перваго происходитъ только газъ CO^2, изъ второго газъ CO^2 и жидкая H^2O, а изъ третьяго только жидкая вода, а потому для надлежащаго сравненія слѣдуетъ, во первыхъ, представить водородъ въ твердомъ видѣ, тогда для него Q около 30000, во вторыхъ, происходящую воду представить парообразною, тогда для клѣтчатки Q около 3857 и для водорода около 24500 ед. тепла. При такомъ приравниваніи исходныхъ и окончательныхъ состояній оказывается, что на 1 ч. кислорода уголь даетъ 3034, клѣтчатка 3257 и водородъ 3065 ед. тепла, такъ что въ среднемъ можно и нынѣ принять 3150 ед. тепла на 1 ч. кислорода, если взято *твердое* топливо и продукты горѣнія газообразны. Это сводится къ такой формулѣ:

$$Q_1 = 84c + 252h — 31{,}5o,$$

если образующаяся вода остается парообразною, а если сгущается въ жидкость, какъ и выражается въ Q, то

$$Q = 84c + 306h — 31{,}5o.$$

Эта формула даетъ для твердыхъ видовъ топлива числа не хуже, чѣмъ формула Дюлонга, но ее примѣнять нельзя уже по той причинѣ, что она даетъ для угля 8400 вмѣсто 8100, а если при c взять коэф. 81, то мы и придемъ къ среднему выводу, близкому къ нашей формулѣ, далѣе приводимой.

[15] При этомъ допущеніи все же остается непонятнымъ предположеніе о томъ, что весь кислородъ топлива соединенъ съ водородомъ, что выражается формулою, которую мы изобразимъ здѣсь въ видѣ: $81c + 345h—43o$. Если представимъ, что кислородъ топлива связанъ съ углеродомъ въ CO^2, то получается $81(c — o/2{,}67) + 345h$ или $81c + 345h—30{,}3o$. Эта формула замѣчательно сходственна съ формулою, предложенною Малеромъ (1892): $81{,}4c + 345h—30(o+n)$ и удовлетворяющею числамъ, полученнымъ его изслѣдованіями. Она даетъ для клѣтчатки 4364 (вмѣсто 4189). Для большинства обычныхъ видовъ топлива отступленія отъ опыта не превосходятъ $3^0/_0$. Но, по мнѣнію моему, формулу Малера также нельзя примѣнить, какъ и формулу Дюлонга, по той уже причинѣ, что въ ней принимается водородъ твердаго топлива дающимъ 34500 ед. тепла, что отвѣчаетъ водороду газообразному. Не считаю нужнымъ останавливаться на другихъ видоизмѣненіяхъ формулы Дюлонга (напр. въ Германіи нынѣ часто примѣняютъ формулу Бунте, 1891 года, по которой $Q' = 80{,}8c + 288(h—o'_8) + 25s—6aq$, или близкую къ ней формулу: $Q' = 80c + 290(h—o/_8) + 25s—6aq$, гдѣ aq выражаетъ всю воду происходящую при горѣніи), потому что всѣ онѣ основаны на вышеуказанномъ допущеніи (при h коэф. 345, если происходящая вода, какъ обыкновенно, считается въ жидкомъ видѣ, или около 290, если происх. изъ топлива вода считается, какъ у Бунте, парообразною), которое принимать не слѣдуетъ.

мулы къ выраженію отношенія между составомъ и теплопроизводительностью топлива служитъ то, что она представляетъ топливо, какъ механическую смѣсь горючихъ угля и водорода и негорючей воды, не принимая вовсе во вниманіе того, что при актѣ образованія всякаго химическаго соединенія выдѣляется или поглощается тепло, а потому при горѣніи химическихъ соединеній не можетъ выдѣляться столько же тепла, какъ при горѣніи составныхъ началъ, изъ которыхъ они могутъ образоваться [16]. Для доказательства достаточно указать на то, что чистая клѣтчатка $C^6H^{10}O^5$ (c=44,44, h=6,17, o=49,39%) даетъ Q=4190 (Штоманъ, среднее изъ шести опредѣленій) и такъ какъ въ ней (какъ въ гидратахъ углерода вообще) весь водородъ, согласно гипотезѣ, надо представить въ видѣ воды (п. ч. $8h=o$), то 44,44% углерода клѣтчатки должны были бы давать 3600 ед. тепла, что далеко (на 14%) не отвѣчаетъ дѣйствительности. По указаннымъ причинамъ, оставляя въ сторонѣ гипотезу Дюлонга, мы обратимся къ отысканію простого эмпирическаго выраженія, представляющаго, съ достаточною для техники точностью, отношеніе между теплопроизводительностью видовъ топлива и ихъ составомъ [17], взявъ за исходъ два наиболѣе точно установленныхъ числа для предѣльныхъ видовъ *твердаго* топлива, а именно для чистой сухой клѣтчатки 4190 и для чистаго угля 8100 ед. тепла. Какъ третье данное, взято среднее изъ 79 полныхъ опредѣленій для жирныхъ (газовыхъ, коксовыхъ и полужирныхъ) к. углей отъ всѣхъ мнѣ извѣстныхъ наблюдателей [18], относя сюда тѣ к. угли, въ которыхъ на одну часть водорода содержится не болѣе 23 и не менѣе 15 ч. углерода (это наиболѣе характерный разрядъ каменныхъ углей). Общее для нихъ среднее получилось: Q=7413; c=77,21; h=4,51; n=0,83; s=1,03, золы 5,31 и влажности 3,30%, а потому o=7,81% [19]. Такъ какъ ко-

---

[16] Термохимія (ученіе о теплотѣ, сопровождающей химическія реакціи) нынѣ, благодаря трудамъ Фавра и Зильбермана, Томсена, Бертело, Штомана и мног. др., настолько разработана въ отношеніи къ теплотѣ горѣнія органическихъ веществъ, что высказанное положеніе нѣтъ надобности особо доказывать. Прекрасный сводъ современныхъ данныхъ желающіе найдутъ въ сочиненіи В. Ѳ. Лугинина (Описаніе различныхъ методовъ опредѣленія теплотъ горѣнія органическихъ соединеній. Москва. 1894), гдѣ описываются и современные пріемы научной калориметріи, для которой труды самого Лугинина дали много цѣнныхъ вкладовъ.

[17] Надобность въ отысканіи этого отношенія видна не только изъ того, что этому предмету посвящено множество изслѣдованій, но особенно изъ того, что составъ топлива представляетъ такую его характеристику, отъ которой необходимо, по сущности дѣла, найти зависимость всѣхъ другихъ свойствъ топлива. Но здѣсь является вопросъ: какъ выражать составъ топлива? Его обыкновенно выражаютъ количествомъ какъ ближайшихъ составныхъ началъ, подобныхъ гигроск. водѣ, такъ и элементовъ, содержащихся въ топливѣ, такъ какъ состояніе ихъ или тѣ соединенія, которыя они образуютъ въ топливѣ, неизвѣстны. Въ этомъ сущность дѣла. Если мы представимъ, какъ и есть, примѣрно, на дѣлѣ, что дерево, какъ топливо, состоитъ изъ воды, клѣтчатки и отложеннаго (инкрустирующаго) вещества, то, зная велич. Q для воды (=0), для клѣтчатки и для инкрустирующаго вещества, по пропорціи этихъ ближайшихъ началъ, очевидно, мы-бы получили тепло горѣнія дерева съ должною точностію. Точно тоже было бы для к. углей, если бы мы знали содержаніе въ нихъ угля (кокса) и отдѣльныхъ видовъ обезвоженной клѣтчатки (какъ въ лигнитахъ), смолъ и т. п. Но распредѣленіе элементовъ въ топливѣ нынѣ нельзя считать извѣстнымъ, а потому приходится ограничиваться элементарнымъ составомъ, что и ведетъ къ тому, что всякія формулы, выражающія нынѣ искомое отношеніе, будутъ только первымъ приближеніемъ къ истинѣ. Между этими приближенными формулами та, которую далъ Дюлонгъ, имѣетъ свое значеніе не только для исторіи предмета, но и по своей великой простотѣ, тѣмъ болѣе, что въ ней даже можно не дѣлать отличія между гигроскопическою и конституціонною водою, чего нельзя уже сказать ни про формулу Малера, ни про ту, которая предлагается мною. Замѣчу при семъ, что (M) давало бы тоже число, какъ и формула Дюлонга, если бы количество водорода превосходило содержаніе кислорода въ 2,6 раза, но извѣстно, что этого въ природѣ топлива не бываетъ.

[18] А именно: для русскихъ к. углей 2 опред. Дамскаго и Дьяконова, 14 Алексѣева (1895) и 2 Миклашевскаго (1893), для французскихъ к. углей 18 опред. Малера (1892), для англійскихъ 4 Томсена (1889) и для австрійскихъ и германскихъ 28 Швакгёфера (1884) и 11 Бунте (1891).

[19] Должно замѣтить, что сѣра опредѣлена только въ 28 угляхъ, а азота у Швакгефера (около 0,3%) получалось меньше, чѣмъ обыкновенно (конечно, отъ неточности пріемовъ анализа), а потому количество кислорода вѣроятно содержитъ ошибку, которая, можетъ быть, достигаетъ (т. к. въ % кислорода всѣ

личество сѣры мало, а она сгорая выдѣляетъ тепло, то вычитая изъ Q примѣрное соотвѣтственное ей количество тепла [20] (а именно, *s*.30), получимъ Q=7382 для угля безъ сѣры, конечно съ нѣкоторою (вѣроятно, не менѣе $\pm 1^0/_0$) погрѣшностью, свойственною всѣмъ опредѣленіямъ этого рода. Но чтобы исчерпать всѣ главнѣйшіе типы видовъ топлива, къ этимъ 3-мъ даннымъ я считалъ необходимымъ присоединить нефтяное топливо [21], не только потому, что оно уже получило большое практическое приложеніе, но и потому, что въ немъ много водорода и мало кислорода. Семь опредѣленій, сдѣланныхъ для этого топлива Малеромъ, даютъ въ среднемъ: Q=10888; c=84,47; h=13,62; золы, влаги и азота $0{,}33^0/_0$, а потому o=$1{,}58^0/_0$. Изъ этихъ 4-хъ данныхъ, принимая во вниманіе возможную погрѣшность опытовъ и отбрасывая потому мелкія дроби (ради легкости примѣненія формулы), получаемъ вообще для всѣхъ видовъ твердаго и жидкаго топлива:

$$Q = 81c + 300h - 26(o - s) \quad . \quad . \quad (M)$$

Разности наблюденныхъ и разочтенныхъ по (M) и по составу величинъ теплопроизводительности всякихъ видовъ топлива во всѣхъ случаяхъ мнѣ извѣстныхъ не превосходятъ погрѣшностей современныхъ опытныхъ опредѣленій [22], берется ли коксъ и ему подобныя богатыя углеродомъ вещества, антрацитъ [23],

ошибки скопляются) до $1^0/_0$, но все же приведенному среднему должно довѣрять болѣе, чѣмъ какимъ-либо отдѣльнымъ изъ существующихъ опредѣленій.

[20] Одна сотая часть сѣры, сгорая въ свободномъ видѣ въ газообразную SO^2, развиваетъ около 21 ед. тепла, образуя же растворенную въ водѣ сѣрную кислоту, около 42 ед. т. При сожиганіи въ бомбѣ сѣра даетъ именно сѣрную кислоту (съ избыткомъ воды), при сожиганіи въ протекающемъ воздухѣ или кислородѣ образуется отчасти SO^2, отчасти H^2SO^4. Сверхъ того, горючая сѣра (см. § 6) содержится въ каменныхъ углях большею частію въ видѣ колчедана FeS^2 (=$53^0/_0$ сѣры), а когда онъ горитъ, окисляется и желѣзо, каждый процентъ котораго даетъ (при горѣніи въ видѣ металла) 16 ед. тепла, что должно увеличивать теплоту, отдѣляемую сѣрой. Изъ всего этого видно, что содержаніе сѣры въ топливѣ даетъ величинѣ его Q нѣк. неопредѣленность, тѣмъ болѣе, что нерѣдко [19] сѣру не опредѣляютъ. Я считаю, что, принимая для $^0/_0$ сѣры отдѣленіе 30—26 ед. тепла, мы не сдѣлаемъ большой погрѣшности, тѣмъ болѣе, что количество сѣры мало. Во всякомъ случаѣ желательно, чтобы въ этомъ отношеніи были произведены должныя опытныя изслѣдованія. По моей просьбѣ такіе опыты начаты, примѣшивая къ торфу колчеданъ, но они еще не закончены.

[21] Хотя нефть жидкость, другіе же виды, взятые въ разсчетъ, тѣла твердыя, а переходъ изъ твердаго состоянія въ жидкое сопряженъ съ поглощеніемъ тепла (т. е. нефть должна дать больше тепла), но я присоединяю въ разсчетъ нефть не только по причинамъ указаннымъ въ текстѣ, но также и потому, что сред. число для нефти Малера представляетъ большую достовѣрность, такъ какъ отвѣчаетъ и другимъ опредѣленіямъ этого рода (напр. Генр. С. К. Девилля), и числамъ для углеводородовъ состава C^nH^{2n}, какіе преобладаютъ въ нефти; а также и потому, что переходъ изъ твердаго состоянія въ жидкое вообще сопряженъ съ очень малымъ поглощеніемъ теплоты, впадающимъ въ погрѣшности Q.

[22] Формула (M) даетъ, какъ и опытъ, для чистаго угля (c = 100) 8100, для клѣтчатки 4167, а по опыту около 4190 (разность около $^1/_2{}^0/_0$), для средняго изъ 79 опр. каменнаго угля 7431 вмѣсто 7413 (разность около $^1/_4{}^0/_0$) и для нефти даннаго состава 10887, т. е. то же, что опытъ. Главная разность предлагаемой мною эмпирической формулы (которую, конечно, должно и можно—при новыхъ, болѣе *точныхъ* опытахъ — еще усовершенствовать, особенно въ отнош. коэф.) отъ Дюлонга и Малера состоитъ въ коэфф. при водородѣ, который, какъ указано въ [14] выноскѣ, нельзя ни въ какомъ случаѣ признавать равнымъ 345, а должно ждать близкимъ именно къ 300. Считаю неизлишнимъ обратить здѣсь вниманіе на то, что формула (M) даетъ указаніе на потерю въ теплопроизводительности топлива, когда оно накаливаніемъ разлагается съ образованіемъ газовъ и воды, хотя при этомъ и образуются горючіе газы, заключающіе теплоту газообразованія. Очевидно, что при образованіи каждыхъ $9^0/_0$ воды (т. е. $1^0/_0 h$ и $8^0/_0 o$) Q уменьшается на 300—8,26 или на 92 ед. тепла. Подобное уменьшеніе отвѣчаетъ дѣйствительности. Если бы представили ради простоты, что клѣтчатка разложилась начисто на уголь ($44{,}4^0/_0$) и воду ($55{,}6^0/_0$), то она дала бы не 4190 ед. т., а только 3600 ед. т. Малеръ (1892) изслѣдовалъ уголь, для котораго Q = 7423, и всѣ горючіе продукты его сухой перегонки (газъ, деготь, коксъ) и нашелъ, что они въ суммѣ даютъ только 7168 ед. тепла. Такимъ образомъ, формула (M), кромѣ того, что удовлетворяетъ опытнымъ значеніямъ Q, соотвѣтствуетъ соображеніямъ, развитымъ въ [14], и даетъ возможность предвидѣть нѣкоторые иначе мало ожидаемые факты.

[23] Наприм. въ грушевскомъ (донецкомъ, отъ Кошкина) антрацитѣ Алексѣевъ нашелъ: c 89,91; h 1,25; s $1{,}0^0/_0$; азота (0,8), золы (2,0) и влаги (4,2) въ суммѣ $99{,}16^0/_0$, а потому o=$0{,}84^0/_0$, откуда по (M) Q=7637, а по опыту Алексѣева 7648 ед. т. Для пенсильванскаго антрацита Малеръ даетъ c=86,46; h=2,00; влаги, азота и золы 10,2, o=1,34, а потому (M) Q=7568,

жирные и газовые угли, лигнитъ [24], торфъ [25] или дерево [26], даже нефть [27], а потому по составу топлива можно судить, съ достаточною для практики точностью, о его теплопроизводительности Q. Считаю неизлишнимъ повторить, что подъ знакомъ Q все время подразумѣвается количество тепла, развивающееся при горѣніи 1 вѣсовой части топлива, при двухъ слѣдующихъ условіяхъ: 1) единицы тепла берутся по вѣсу воды, считая его въ тѣхъ же единицахъ вѣса, въ какихъ взята 1 вѣсовая часть топлива, напр. въ граммовыхъ, если берется 1 гр. топлива (какъ и предполагалось выше [28]), и 2) вода, происходящая при горѣніи, предполагается обратившеюся въ жидкое состояніе. Очевидно, что въ обычныхъ случаяхъ практики, это послѣднее условіе при горѣніи топлива не соблюдается, то есть вода, происходящая при горѣніи, остается въ парообразномъ состояніи, и если принять это условіе, то при горѣніи топлива получится меньше тепла. Означивъ это количество тепла, отвѣчающее 1 вѣс. части топлива, чрезъ Q', будемъ имѣть:

$$Q' = Q - aq.l,$$

гдѣ aq означаетъ вѣсовое количество воды, происходящей при горѣніи 1 ч. топлива, а l скрытое тепло испаренія, отвѣчающее одной вѣсовой части воды. Оно явно измѣняется съ перемѣною температуры, но такъ какъ при сожиганіи въ калориметрахъ обыкновенно исходную температуру берутъ около 18°, то при ней l, по опытамъ Реньо, около 593, а по новымъ опредѣленіямъ Гриффитса, около 586 (§ 20, вын. 6). Для цѣлей практики можно съ достаточною точностію принять $l = 600$, а потому, если aq выражено въ процентахъ: $Q' = Q - 6.\ aq$, а если aq выражаетъ колич. воды на 1 ч. топлива, то $Q' = Q - 600.\ aq$, что далѣе (§ 9—20) и принято.

Въ заключеніе разсмотрѣнія теплопроизводительности топлива, необходимо остановиться на *газообразныхъ* его видахъ, тѣмъ болѣе, что они употреб-

---

а по опред. Малера 7484; для тонкинскаго антрацита тотъ же изслѣдователь даетъ: c 86,11; h 2,00, сумма золы и влаги 7,3, а потому (n и s не даны, но я принялъ 0,8) $o = 3{,}79$ и Q найдено 7533, а по (M) $Q = 7476$.

[24] Среднее для 3-хъ лигнитовъ, изслѣдованныхъ Малеромъ: $c = 57.14$; $h = 4{,}38$; $s = 1{,}1$; сумма азота (принимаю $0{,}8\%$), золы и влаги $= 17{,}6$, а потому $o = 19{,}78$, Q по опыту 5568, по (M) $Q = 5428$. Алексѣевъ въ среднемъ для двухъ томскихъ лигнитовъ нашелъ: c 54,55; h 4,25; s 0,8, сумма азота (0,3), влаги и золы (3,5) $= 11{,}5$, а потому $o = 28{,}9\%$; Q по опыту 4986, по разсчету (M) $Q = 4942$.

[25] Такъ какъ для торфа мнѣ извѣстно только одно изъ опредѣленій (Малера, но и то безъ данныхъ для s и n), то, по моей просьбѣ, П. М. Чельцовъ изслѣдовалъ прессованный (плитками) торфъ Приновки (около С.-Петербурга) и нашелъ для него: $c = 56{,}48$; $h = 5{,}56$; s (горючей) $= 0{,}06$; $n = 1{,}40$; золы $= 4{,}33$; влаги $= 5{,}11$, а потому $o = 27{,}06$; Q по опыту (въ платинированной бомбѣ) 5660 ед. т., а формула (M) даетъ $Q = 5541$ ед. т., разность 2%.

[26] Малеръ (1892) въ среднемъ для двухъ образцовъ дерева нашелъ c 46,97; h 5,51; сумма золы и влаги 7,4, поэтому (считая 0,05 азота) $o = 40{,}07$; Q по опыту 4403, по (M) $Q = 4416$. Готтлибъ (1883) въ среднемъ для 5 сортовъ совершенно сухого (сушено при 115°) дерева получилъ: $c = 49{,}70$; $h = 6{,}09$; азота и золы $0{,}48\%$; $o = 43{,}72$. По опыту среднее $Q = 4864$, а по (M) $Q = 4716$. Разсчетъ даетъ немного меньше опыта, что заставляетъ подозрѣвать нѣкоторую, хотя и небольшую, неточность въ опредѣленіяхъ этого изслѣдователя.

[27] Нефть и ея продукты даютъ большое согласіе съ разсчетомъ по формулѣ (M), но каменноугольный деготь и его составныя начала даютъ постоянно по разсчету менѣе, чѣмъ по опыту, примѣрно на 2%. Поэтому я склоненъ думать, что наиболѣе точное отношеніе между *элементарнымъ* составомъ топлива и его тепломъ горѣнія должно выражаться формулою гораздо болѣе сложною, чѣмъ (M), и притомъ, принимая во вниманіе тѣ ближайшія составныя начала, въ которыя слагаются элементы, образуя топливо, но точности чередъ нынѣ, очевидно, еще не наступилъ, если часто нѣтъ увѣренности въ 2 и даже болѣе процентахъ Q для топлива. А что вопросъ о теплотѣ горѣнія самъ по себѣ очень сложенъ, въ этомъ убѣждаетъ то обстоятельство, что и для чистыхъ, опредѣленныхъ химическихъ соединеній онъ еще далеко не выясненъ. Для заводской же практики, гдѣ влажность, зола и т. п. перемѣнчивы и не позволяютъ ручаться даже за 5% отъ Q, нынѣ можно считать выраженіе (M) достаточнымъ, потому что оно даетъ небольшія отступленія, когда составъ хорошо извѣстенъ, а гипотезъ заключаетъ менѣе, чѣмъ формулы Дюлонга, Малера, Бунте и др.

[28] Иногда отличаютъ малыя или граммовыя калоріи отъ большихъ или килограммовыхъ. Малыя суть тѣ, которыми выражены у насъ Q и Q', а большія равны малымъ, раздѣленнымъ на 1000. Напр. 1 часть чистаго угля выдѣляетъ 8100 малыхъ или 8,1 большихъ калорій. Это значитъ, что сожигая 1 гр. угля можно нагрѣть на 1 град. 8,1 килогр. воды.

ляются въ большихъ количествахъ на заводахъ и ихъ примѣненіе несомнѣнно должно умножаться, такъ какъ съ газообразнымъ топливомъ лучше и легче всего достигается полное смѣшеніе съ воздухомъ, а слѣдовательно и полное горѣніе, и получаются наивысшія температуры, особенно потому, что въ газѣ заключается уже тепло (т. н. скрытое), пошедшее для его образованія. По этому одному, при одинаковомъ составѣ, газъ (или паръ) даетъ уже высшую теплопроизводительность и высшую температуру, чѣмъ твердыя или жидкія вещества. О величинѣ теплопроизводительности газообразнаго топлива можно судить совершенно точно, зная количество составныхъ началъ газа [29], а потому приводимъ таблицу опытныхъ значеній теплопроизводительности важнѣйшихъ для практики горючихъ газовъ:

	Химическій составъ частицы.	Q_p для одного грамма.		Q_v для одного куб. дециметра при 0° и 760 мм.
Водородъ . . .	H^2	34500	Въ граммовыхъ ед. тепл.	3102
Окись углерода	CO	2436		3057
Бол. газъ (метанъ)	CH^4	13275		9545
Маслор. г. (этиленъ)	C^2H^4	11884		14855
Ацетиленъ. . .	C^2H^2	12212		14180
Пары бензола.	C^6H^6	10070		35060
Пары эфира. .	$C^4H^{10}O$	8917		29430

Поэтому, если данъ, напр., генераторный (воздушный) газъ, содержащій на 12 об. водорода 2 об. бол. газа, 21 об. окиси углерода, 5 углекис. газа и 60 азота, то куб. метръ его, измѣренный при 20°, дастъ 1122000 граммовыхъ ед. тепла или 1122 большихъ (килограммовыхъ) калорій (Малеръ по сожиганію получилъ 1112).

§ 9. Хотя и въ фабрично-заводскомъ дѣлѣ, какъ въ домашнемъ обиходѣ, топливо иногда, напр. при сушеніи, назначается для небольшого возвышенія температуры [1], но технически—всего болѣе важно въ огромномъ большинствѣ случаевъ полученіе наивысшихъ возможныхъ температуръ, какъ потому, что многіе процессы (металлургіи, стеклодѣлія и т. п.) идутъ только при сильномъ накаливаніи, такъ и потому, что передача тепла отъ топлива (или его пламени) къ нагрѣваемому предмету (напр. къ паровому или перегонному котлу) совершается тѣмъ полнѣе, чѣмъ болѣе будетъ разность температуръ, т. е. чѣмъ высшую степень жара доставляетъ горѣніе топлива [2]. Въ этомъ отношеніи виды топлива значительно разнятся между собою, и искусство полученія съ даннымъ топливомъ высшихъ степеней жара представляетъ самую сущность многихъ успѣховъ фабрично-заводскихъ дѣлъ, потому что не только ведетъ къ экономіи топлива, но и позволяетъ сильно возвышать быстроту многихъ производствъ. Знакомство съ этимъ сложнымъ предметомъ мы ограничимъ здѣсь (такъ какъ къ нему мы должны будемъ возвращаться много-

[29] Здѣсь дѣло идетъ уже не объ элементарномъ составѣ, а о содержаніи ближайшихъ (газообр.) составныхъ началъ, которыя для твердаго топлива обыкновенно неизвѣстны, т. е. говорится, напр., о числѣ процентовъ окиси углерода, азота, болотнаго газа и т. п., а не о % углерода или водорода. А такъ какъ газы, смѣшиваясь, не поглощаютъ и не отдѣляютъ тепла, то, зная теплоту горѣнія составныхъ началъ и ихъ пропорцію, легко найти и теплоту горѣнія смѣси. Если дана теплота горѣнія Q_p одной вѣсовой части газа, то теплота горѣнія одного объема Q_v найдется, зная вѣсъ одного объема газа. Если онъ $= p$ (§ 7 [14]), то $Q_v = pQ_p$.

[1] Однако для этой цѣли въ фабрично-заводскомъ дѣлѣ, какъ и при отопленіи жилищъ, вездѣ, гдѣ возможно, выгоднѣе примѣнять паръ или нагрѣтый воздухъ и центральное отопленіе, въ которомъ происходитъ передача тепла топлива посредствующему пару или воздуху, а при этомъ, чѣмъ выше темп., развиваемая топливомъ, тѣмъ больше отъ него передается тепла и его примѣненіе будетъ экономичнѣе. Когда горѣніемъ пользуются для освѣщенія, количество свѣта, при прочихъ равныхъ условіяхъ, также будетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше температура.

[2] Одно общее препятствіе для этого однако существуетъ — это прочность стѣнокъ печей или очаговъ, такъ какъ обыкновенный кирпичъ плавится или вообще непроченъ при тѣхъ высшихъ темп., которыя могутъ доставляться топливомъ. Поэтому мы въ гл. 2 особо разсмотримъ огнестойкіе матеріалы. Экономически въ большинствѣ случаевъ выгоднѣе увеличить основную затрату на устройство очаговъ изъ такихъ матеріаловъ, чѣмъ все время держать, ради цѣлости очага (котловъ, кубовъ и т. п.), низкую температуру и нести постоянный напрасный расходъ топлива.

кратно) только тремя сторонами: А) разсмотрѣніемъ причинъ, отъ которыхъ зависитъ мѣра жаропроизводительности (т. е. высшей темп., достигаемой при горѣніи въ обыкн. воздухѣ) видовъ топлива, при разномъ ихъ составѣ; Б) обзоромъ причинъ, понижающихъ и возвышающихъ жаръ, доставляемый даннымъ топливомъ, и В) указаніемъ способовъ для опредѣленія высокихъ температуръ, такъ какъ эти три стороны дѣла необходимо имѣть въ виду при самомъ началѣ знакомства съ топливомъ и его примѣненіями на фабрикахъ и заводахъ.

А) Температура или степень жара, которую можно достичь, сожигая данное топливо въ воздухѣ, измѣняется, смотря по множеству обстоятельствъ, особенно же въ зависимости отъ относительнаго количества воздуха и топлива, т. е. отъ полноты горѣнія и отъ потери части развиваемаго тепла въ окружающее пространство, зависящей весьма сильно отъ температуры окружающаго пространства [3]. Очевидно, что избытокъ притекающаго воздуха [4], не сгорѣвшихъ продуктовъ разложенія (отъ недостатка ли воздуха, или отъ другихъ причинъ) и свободная потеря тепла въ окружающее пространство будутъ уменьшать температуру, доставляемую топливомъ, а всѣ улучшенія въ выше указанныхъ условіяхъ горѣнія станутъ доводить ее до высшаго возможнаго предѣла, къ которому практически можно приближаться тѣмъ съ большимъ совершенствомъ, чѣмъ непрерывнѣе будетъ притокъ надлежащихъ количествъ топлива и воздуха къ очагу или мѣсту горѣнія и чѣмъ лучше устранятся потери тепла. Этотъ предѣлъ, измѣняющійся для разныхъ родовъ топлива, мы станемъ называть жаропроизводительностію W топлива [5]. Величину эту можно опредѣлять опытнымъ способомъ, но чтобы обладать предметомъ, прежде всего полезно вникнуть въ причины того,—почему разные виды топлива имѣютъ различную жаропроизводительность или даютъ неодинаковыя температуры, напр. платину и даже сталь нельзя плавить, сожигая дерево или торфъ, а сожигая плотный и чистый уголь или каменноугольн. газъ,—можно.

Если 1 часть топлива, вполнѣ сгорая при t° въ n вѣсовыхъ частяхъ воздуха, развиваетъ Q ед. тепла, то поднятіе температуры до предѣла (при отсутствіи какихъ либо потерь тепла) T° опредѣляется, очевидно, равенствомъ:

$$(1+n)(T-t)c' = Q, \quad . \quad . \quad . \quad \text{I}$$

если чрезъ c' означимъ среднюю теплоемкость [6] отъ t до T всѣхъ продук-

---

[3] Пока не установилась равномѣрная температура, въ срединѣ пламени печи будетъ температура выше, чѣмъ съ краевъ, на открытомъ воздухѣ и того ниже. Окруженіе нагрѣтаго пространства худыми проводниками тепла и помѣщеніе нагрѣваемаго въ средину пламени или даже среди самого горящаго топлива опредѣляется подобными разностями температуръ.

[4] Понижая температуру, этотъ избытокъ можетъ и «задуть» пламя. Чтобы правильно понять это явленіе, необходимо имѣть въ виду, что каждое топливо для *зажиганія* требуетъ опредѣленной температуры, напр. торфъ около 220°, кам. уголь около 330°, древесный уголь около 360°, коксъ около 700°, водородъ около 600°, а воздушный (генераторный) газъ около 900°. Оттого-то этотъ послѣдній и требуетъ для правильнаго горѣнія предварительнаго накаливанія воздуха (§ 19). Лучшимъ доказательствомъ того, что для начала горѣнія (т. е. для зажиганія) требуется опредѣленная температура, служитъ отсутствіе взрыва гремучихъ газовыхъ смѣсей (напр. $O + H^2$, $O + CO$ и т. д.) при избыткѣ воздуха (см. Основы химіи).

[5] Его называютъ иногда пирометрическою способностію топлива. Составивъ новое слово «жаропроизводительность», я хотѣлъ удовлетворить условіямъ языка и сдѣлать названіе сразу удобопонятнымъ.

[6] Теплоемкость или колич. тепла, расходуемое для нагрѣванія 1 вѣс. части вещ. на 1°, какъ показываетъ опытъ (см. Основы Химіи, изд. 6, глава 14), измѣняется съ температурою для всѣхъ состояній веществъ, и если эту зависимость представить равенствомъ:

$$c_t = c_0 + at + bt^2 + \quad . \; . \; ,$$

то отъ 0° до T «средняя» теплоемкость будетъ

$$c = c_0 + AT + BT^2 + \; . \; . \; . \; ,$$

гдѣ $A = a/2$, $B = b/3$ и т. д. Далѣе идетъ вездѣ рѣчь только о такой «средней» теплоемкости (а не объ c_t или теплоемкости при опредѣленной t). Сверхъ того, для *газовъ* должно ясно отличать теплоемкость при постоянномъ давленіи c_p отъ теплоемкости при постоянномъ объемѣ c_v. Первая, очевидно, болѣе второй, такъ какъ при постоянномъ давленіи сверхъ нагрѣванія расходуется еще работа тепла на увеличеніе объема. При обсужденіи W топлива необходимо имѣть въ виду именно c_p, но въ опытахъ, особенно производимыхъ при взрывѣ въ бомбѣ, часто приходится наблюдать c_v, теплоемкость при постоянномъ объемѣ, а для перехода отъ одной къ другой можно руководство-

товъ (пламени, золы) горѣнія. Отсюда уже видна тѣсная зависимость получаемаго подъема температуры или T—t какъ отъ теплопроизводительности топлива, такъ и отъ количества воздуха, потребнаго для горѣнія, равно какъ отъ средней теплоемкости продуктовъ, которымъ передается тепло. Такъ какъ въ § 7 разсмотрѣна величина n (количество воздуха, необходимаго для полнаго сожиганія) и въ § 8 измѣненіе Q въ зависимости отъ состава топлива, то для сужденія о измѣненіи T—t или W (т. е. о жаропроизводительности) слѣдуетъ разсмотрѣть измѣненіе средней теплоемкости въ зависимости отъ состава продуктовъ горѣнія.

Если взять смѣсь веществъ, не дѣйствующихъ другъ на друга химически, то ихъ общая средняя теплоемкость найдется, зная теплоемкость и количество входящихъ составныхъ началъ. Продукты *полнаго* горѣнія топлива въ воздухѣ состоятъ изъ смѣси углекислаго газа CO^2, водянаго пара H^2O, азота N^2, сѣрнистаго газа SO^2 и золы, количество которыхъ (§ 7) на 1 часть топлива назовемъ a_1, a_2, a_3, a_4 и a_5, а соотвѣтственныя среднія (по температурѣ) теплоемкости c_1, c_2, c_3, c_4 и c_5. Вѣсъ всѣхъ продуктовъ будетъ, очевидно, $n+1$ и ихъ общая средняя (на 1 вѣсовую часть этихъ продуктовъ) теплоемкость будетъ:

$$c' = \frac{a_1c_1+a_2c_2+a_3c_3+a_4c_4+a_5c_5}{n+1} \quad \ldots \quad \text{II}$$

Слѣдовательно, при опредѣленіи этой искомой общей средней теплоемкости c' дѣло сводится на знаніе теплоемкостей указанныхъ составныхъ началъ продуктовъ горѣнія, къ чему мы и перейдемъ, замѣтивъ предварительно, что, ради простоты соображеній и разсчетовъ, далѣе мы примемъ исходную t (воздуха и топлива) $= 0^c$, то есть будемъ говорить о теплоемкости для предѣла температуръ отъ 0° до T. А тогда жаропроизводительность (W = T — t) будетъ = T [7].

1) Для углекислаго г. CO^2 уже Реньо (1862 г.) нашелъ, что отъ —28° до +7° средняя теплоемкость (при пост. давленіи) = 0,1843, отъ + 15° до 100° = 0,2025, а отъ + 11° до 214° = 0,2169, откуда можно вывести, что при 0° теплоемкость близка къ 0,187, а отъ 0° до 200° средняя c_1 близка къ 0,214. Нельзя допускать, что подобное этому измѣненіе c будетъ совершаться и при дальнѣйшемъ повышеніи температуры до жара, достигаемаго при горѣніи топлива [8], такъ какъ изслѣдованія Генр. С. К. Девилля показали, что при температурахъ 1000°—2000°, достигаемыхъ при горѣніи, углекислый газъ отчасти диссоціируетъ, распадаясь на кислородъ и окись углерода, а это поглощаетъ теплоту и чрезъ то увеличиваетъ кажущуюся теплоемкость [9], которая

---

[7] Взявъ вмѣсто обыкновенной t просто 0°, мы упрощаемъ разсчеты, а точность вывода отъ этого не убавится, потому что всѣ свѣдѣнія о перемѣнѣ теплоемкостей паровъ и газовъ — лишь недавно начатыя разработкою — не отличаются такою точностію, чтобы можно было сказать о мѣрѣ различія въ количествѣ тепла при переходѣ напр. отъ 20° къ 1020° отъ колич. тепла при переходѣ отъ 0° до 1000°. Вообще, при обсужденіи теплоемкости при возвыш. температурахъ *нынѣ* невозможно требовать отчетливой точности, погрѣшности въ нѣсколько процентовъ (даже быть можетъ иногда до 20%) существуютъ въ большинствѣ данныхъ. Но все же за послѣдніе 15 лѣтъ, вопросъ этотъ сильно подвинулся впередъ, такъ какъ ранѣе теплоемкость газовъ считалась обыкн. постоянною и не было доказательствъ и измѣреній (кромѣ CO^2), показывающихъ возрастаніе теплоемкости всѣхъ газовъ и паровъ по мѣрѣ повышенія t, а нынѣ это доказано и числа получены такія, которыя въ нѣк. мѣрѣ удовлетворяютъ небольшому числу существующихъ трудныхъ измѣреній, лишенныхъ большой точности. Предметъ этотъ, представляя многообразный интересъ, очевидно, будетъ еще разрабатываться, и точность чиселъ тогда возрастетъ. Здѣсь изученіе взрывчатыхъ веществъ — помогло и еще поможетъ успѣхамъ другихъ отраслей знаній, которыми оно, въ свою очередь, воспользовалось въ послѣднее время весьма значительно.

[8] Тогда бы слѣдовало, что $c_1 = 0{,}187 + 0{,}000132T$, но всѣ позднѣйшія опредѣленія даютъ меньшую степень возрастанія c_1 съ t для CO^2.

[9] Тѣмъ болѣе, что теплоемкость происходящихъ отъ диссоціаціи газовъ (O^2 и CO) болѣе, чѣмъ CO^2.

ваться общимъ правиломъ (см. Основы Химіи, стр. 408): $Pc_p = Pc_v + 2$, гдѣ P есть вѣсъ химич. частицы, считая вѣсъ атома водорода = 1, а частицу занимающею вдвое большій объемъ, чѣмъ одна вѣсовая часть водорода. Такъ, если теплоемкость азота при постоянномъ давленіи $c_p = 0{,}239$, для него $P = 28$, откуда для него $c_v = 0{,}168$ и отношеніе обѣихъ теплоемкостей = 1,42, что близко къ опыту.

одна и нужна для рѣшенія задачи о температурахъ, достигаемыхъ при горѣніи. Поэтому необходимо было найти непосредственный способъ опредѣленія средней теплоемкости отъ 0° до столь высокихъ температуръ, какъ въ 1000° и 2000°. Это и сдѣлано было Малларомъ и Ле-Шателье (1883), пользуясь, вслѣдъ за Бунзеномъ, способомъ измѣренія давленій (при постоянномъ объемѣ. въ массивномъ цилиндрѣ), происходящихъ какъ въ моментъ взрыва смѣси окиси углерода и кислорода, такъ и послѣ охлажденія происшедшаго газа до 0° или до другой опредѣленной температуры [10]. Опредѣленія сего рода послужили къ выводу средней теплоемкости (отъ 0° до T) углекислаго газа при постоянномъ объемѣ. Когда введена поправка на диссоціацію, она выражается равенствомъ: $c_v = 0{,}142 + 0{,}000083\ T$, если T не выше 2000°, что и существуетъ обыкновенно въ пламени топлива. Это даетъ (безъ диссоціаціи), въ связи съ данными Реньо, при постоянномъ давленіи: $c_p = 0{,}189 + 0{,}000076\ T$. Въ дѣйствительности, однако, при температурахъ 1000°—2000° часть CO^2 распадается и, судя по своду всѣхъ свѣдѣній объ этомъ предметѣ (Ле-Шателье, 1888), при 2000° и при давленіи въ 1 атмосферу разлагается около 4% CO^2. Но упругость (парціальное давленіе) углекислаго газа въ пламени топлива не превосходитъ $^1/_5$ атмосферы, а тогда диссоціація достигаетъ 7% при 2000°. На основаніи этого соображенія слѣдуетъ признать, что вмѣстѣ съ диссоціаціею средняя теплоемкость при постоянномъ p для t отъ 0° до 2000° для углекислоты близка къ 0,379. Взявъ это число за исходное и принимая для 0° 0,189, получаемъ для предѣла отъ 0° до T измѣненіе средней теплоемкости CO^2:

$(CO^2) \ldots\ c_1 = 0{,}189 + 0{,}000095\ T$,

что и принято въ дальнѣйшемъ разсчетѣ [11]. Такъ какъ при горѣніи CO въ кислородѣ получается еще болѣе высокая температура и при ней возрастаетъ диссоціація, то къ этому случаю нашу формулу примѣнять не слѣдуетъ; она назначена только для случаевъ го-

[10] Сущность опредѣленія сводится къ тому, что въ извѣстномъ, неизмѣнномъ объемѣ вмѣщаютъ смѣсь CO+O (2 об. CO+1 об. кислорода) въ количествѣ A грамм. окиси углерода, производятъ взрывъ, измѣряютъ давленіе P, при этомъ наступающее (оно исправляется на происходящее отъ стѣнокъ охлажденіе и на соотвѣтственную мѣру диссоціаціи), охлаждаютъ до извѣстной начальной t и вновь опредѣляютъ давленіе p. Зная (опыты Бертело), что при постоянномъ объемѣ 1 гр. CO, соединяясь съ кислородомъ въ CO^2, развиваетъ 2435 ед. тепла, будетъ извѣстно, что въ данномъ случаѣ выдѣлилось A.2435 или Q ед. тепла. Очевидно, что это $Q = c_1 (T - t)$, гдѣ T есть неизвѣстная температура въ моментъ взрыва. Но она найдется изъ равенства $\frac{V.P}{1+\alpha T} = \frac{Vp}{1+\alpha t}$, основаннаго на томъ, что масса газа осталась тою же при измѣреніи P и p, откуда зная t найдется T, а слѣдовательно и среднюю теплоемкость c_1 отъ t до T. Температуру T можно измѣнять, подмѣшивая CO^2 или иные газы, которыхъ теплоемкость извѣстна или опредѣляется изъ тѣхъ же опытовъ. Опредѣленія затрудняются введеніемъ необходимыхъ поправокъ на охлажденіе, производимое стѣнками (что понижаетъ T и давленіе P), и на опредѣленіе количества диссоціирующей (при T и P) углекислоты. По этой то причинѣ данныя Маллара и Ле-Шателье не всегда и не вполнѣ сходятся съ опредѣленіями Бертело и Вьелля (1885), но я предпочелъ держаться опредѣленій первыхъ изслѣдователей, не только потому, что въ нихъ полнѣе введены всѣ должныя поправки, но и потому, что мой другъ И. М. Чельцовъ, много занимавшійся сходственными предметами, отдаетъ имъ свое предпочтеніе, отчасти на основаніи своихъ собственныхъ изслѣдованій. Предметъ новъ, своеобразенъ, и я, сдѣлавъ краткое указаніе на способъ, не могу входить здѣсь въ разсмотрѣніе всѣхъ подробностей, за которыми читатель можетъ обратиться къ оригинальнымъ изслѣдован. и статьямъ проф—овъ Чельцова и Курнакова (1890). Надо еще замѣтить, что опыты даютъ c_v, а намъ слѣдуетъ знать c_p (см. [6]). Замѣчу сверхъ того, что, допуская

полную примѣнимость для углекислоты (и др. газовъ) законовъ Гей-Люссака и Маріотта при большихъ давленіяхъ и температурахъ, изслѣдователи завѣдомо вводятъ въ свои выводы новыя погрѣшности, такъ какъ тотъ и другой законъ даютъ въ этихъ условіяхъ ясныя уклоненія. Очевидно, что все дѣло еще вновѣ и требуетъ болѣе точной (и очень трудной) разработки.

[11] Въ своихъ изслѣдованіяхъ о взрывчатыхъ веществахъ Сарро (1892) принимаетъ, взявъ примѣрно среднее изъ данныхъ Маллара съ Ле-Шателье и Бертело съ Вьелемъ, что средняя частичная теплоемкость водянаго пара и углекислаго газа при постоянномъ объемѣ безъ диссоціаціи можетъ быть выражена: $c_v = 6{,}2 + 0{,}0025T$, откуда при постоянномъ давленіи (на 1 вѣс. часть углекислоты) $c_p = 0{,}1864 + 0{,}00007T$. Это не далеко отъ нашего вывода, который сдѣланъ преимущественно на основаніи работъ Маллара и Ле-Шателье съ принятіемъ диссоціаціи и нѣк. др. допущеніями.

рѣнія въ воздухѣ (а не въ кислородѣ), когда получаются температуры ниже 2000°.

2) По отношенію къ водянымъ парамъ, находящимся въ пламени [12], прежде всего должно замѣтить, что при опредѣленіи теплопроизводительности Q (§ 8) предполагается, что вся вода, изъ топлива происходящая, превращается въ жидкость, въ пламени же этого нѣтъ, и потому въ основной формулѣ (I) должно отъ Q, опредѣляемаго по § 8, отнять все скрытое тепло испаренія воды, количество которой на 1 вѣс. часть топлива означимъ aq, т. е. взять $Q-600\,aq$, если Q и aq отвѣчаетъ одной вѣсовой части горящаго топлива, п. ч. при испареніи одной части воды при обык. t поглощается около 600 ед. тепла. Что же касается до теплоемкости водяного пара c_2, то Реньо (1862) опредѣлилъ ее только отъ 128° до 217° и нашелъ=0,4805, такъ что до изслѣдованій Маллара и Ле-Шателье (1883) не было никакихъ свѣдѣній о перемѣнѣ этой величины съ температурою, а они путемъ, подобнымъ вышеуказанному для CO^2, нашли, что 18 гр. (вѣсъ хим. частицы) водяного пара для нагрѣванія до 2000° требуютъ при постоянномъ объемѣ 12,8 ед. тепла. Отсюда при постоянномъ давленіи средняя теплоемкость до $2000°=0{,}822$, т. е. и для водяного пара теплоемкость возрастаетъ по мѣрѣ возвышенія температуры, и измѣненіе можно выразить приближеннымъ равенствомъ:

$(H^2O)\ldots.\ c_2=0{,}410+0{,}000206\,T$,

которое можно прилагать до 2000°, когда диссоціація водяного пара едва замѣтна. Но для такихъ случаевъ горѣнія (напр. для взрыва или горѣнія водорода въ чистомъ кислородѣ), когда получаются еще болѣе высокія температуры и диссоціація воды значительна, примѣнять ее нельзя, потому что тогда много тепла идетъ на эту диссоціацію.

3) При горѣніи топлива въ воздухѣ, тепло передается не только массѣ азота, притекающаго съ кислородомъ, но и тому азоту, который входитъ въ составъ топлива, а потому его теплоемкость c_3 играетъ большую роль при опредѣленіи жаропроизводительности топлива. Теплоемкость азота Реньо прямо не опредѣлялъ, но изъ того, что для сухого воздуха при постоянномъ давленіи Реньо (1862) нашелъ между 0° и +200° среднюю теплоемкость 0,2375, а для кислорода 0,2175, и числа Видемана (1876) близки къ этимъ, должно заключить, что средняя теплоемкость азота отъ 0° до 200° близка къ 0,244, что согласуется и съ другими данными для такъ называемыхъ постоянныхъ газовъ [13]. Долгое время считалось, что теплоемкость такихъ газовъ, какъ азотъ, не измѣняется съ температурою. Малларъ и Ле-Шателье нашли, что равные объемы такихъ газовъ, какъ H^2, N^2, O^2 и CO имѣютъ при высокихъ температурахъ (какъ и при низшихъ) одинаковую теплоемкость, потому что, прибавленныя при взрывѣ, замѣняя другъ друга равными объемами, не измѣняютъ получаемаго давленія и температуры, то есть, если есть для нихъ возрастаніе теплоемкости, то одинаковое для всѣхъ. И это возрастаніе оказалось, хотя и въ гораздо меньшей мѣрѣ, чѣмъ для водяного пара или углекислаго газа. Частично-граммовый вѣсъ азота или 28 его граммовъ, для температуръ ниже 200°, по вышесказанному, требуютъ на 1° около 6,8 ед. тепла, при постоянномъ давленіи, слѣд. около 4,8 ед. тепла при постоянномъ объемѣ, а по опытамъ Маллара и Ле-Шателье при нагрѣваніи до 2000° средняя частичная теплоемкость при постоянномъ объемѣ $=7{,}5$ ед. тепла, слѣд. при постоянномъ давленіи 9,5 ед. тепла, а потому для азота можно принять $c_p=0{,}339$ для 0°—2000°, а при нагрѣваніи отъ 0° до T°:

$(N^2)\ldots.\ c_3=0{,}239+0{,}000050T$.

Такъ какъ окись углерода CO представляетъ такой же вѣсъ частицы, какъ и азотъ, то ея теплоемкость выражается тѣми же цифрами.

---

[12] Ихъ количество=суммѣ: 1) влажности, находящейся въ топливѣ, 2) воды, происходящей при горѣніи водорода, содержащагося въ составѣ топлива, 3) влажности въ израсходованномъ воздухѣ. Обыкновенно въ разсчетъ принимаются только двѣ первыя величины; сумму вѣса мы означаемъ aq.

[13] Для постоянныхъ же газовъ теплоемкость частичныхъ количествъ (равныхъ объемовъ) почти одинакова.

4) Количество сѣрнистаго газа и золы, образующихся при горѣніи обычн. топлива, такъ мало, что теплоемкость этихъ веществъ можно принять постоянною, не входя въ дальнѣйшее обсужденіе этого предмета, а именно:

для SO^2: $c_4=0{,}15$ и для золы: $c_5=0{,}20$.

Зная теплоемкости продуктовъ горѣнія, можно уже разсчесть и повышеніе температуры, производимое топливомъ къ условіяхъ полнаго горѣнія въ необходимомъ для горѣнія количествѣ воздуха. Соединяя I съ II, получаемъ:

$$(T-t)(a_1c_1+a_2c_2+a_3c_3+a_4c_4+a_5c_5)=Q.$$

А такъ какъ, ради простоты разсчета, мы условились считать $t=0°$, и повышеніе темпер. $(T-t=T)$ означили W (т. е. T=W), а въ Q, опредѣляемомъ по § 8, слѣдуетъ, какъ указано выше (п. ч. вода остается въ видѣ пара), слѣлать поправку $=aq600$, то окончательно получаемъ:

$$W[a_1(0{,}189+0{,}000095W)+a_2(0{,}410+ +0{,}000206W)+a_3(0{,}239+0{,}000050W)+ +a_4 0{,}15+a_5 0{,}2]=Q-600aq \quad . \text{ III}$$

Такъ какъ Q относится къ 1 вѣсовой части топлива, то и количества продуктовъ горѣнія, очевидно, должно относить къ 1 вѣсовой части топлива. Такое выраженіе даетъ полную возможность узнать жаропроизводительность топлива W, если извѣстенъ его составъ и отвѣчающее ему количество Q ед. тепла, отдѣляемыхъ при горѣніи [14].

Для примѣра примѣненія формулы III, разсмотримъ два къ практикѣ близкихъ случая: горѣніе чистаго угля въ надлежащемъ колич. воздуха и дерева въ двойномъ противу должнаго объемѣ воздуха.

Когда горитъ въ должномъ колич. воздуха чистый уголь [15], на 1 его вѣсовую часть образуется 3,67 в. ч. углекислаго газа (a_1) и 8,68 азота (a_3), Q=8100, а потому получается, по III, W=1901°. При горѣніи обычнаго чистѣйшаго угля, въ наиболѣе благопріятныхъ условіяхъ, конечно такой предѣльной температуры не получается не только отъ нѣкотораго избытка воздуха и отъ подмѣсей угля, но и отъ охлажденія окружающими стѣнками горна, однако все же извѣстно, что уголь даетъ наивысшія возможныя въ практикѣ температуры, при сожиганіи въ воздухѣ, имѣющ. обык. t. Никкель, палладій и даже платина (Г. С. К. Девилль, В. Мейеръ и Гольборнъ это доказали прямыми опытами съ Pt, взявъ сухой отобранный коксъ или ретортный уголь и употребляя сильную тягу воздуха) могутъ плавиться въ горнѣ на углѣ. Значитъ уголь и не вполнѣ чистый даетъ темп. выше 1780°, что косвенно и подтверждаетъ принятый

---

[14] Считаю неизлишнимъ упомянуть здѣсь, что дѣло идетъ о высшемъ достижимомъ (при горѣніи въ воздухѣ, взятомъ при 0°) жарѣ въ благопріятнѣйшихъ условіяхъ, напр. безъ избытка воздуха или топлива. Свѣжее, вновь подброшенное въ очагъ топливо, очевидно, поглотитъ тепло и температуру понизитъ, какъ избытокъ воздуха. Очевидно, затѣмъ, что эти условія выполнимы только при установленіи правильнаго притока топлива и воздуха, что можетъ быть выполнимо лишь при топкахъ большаго размѣра и продолжительнаго дѣйствія, если примѣняется твердое топливо. Словомъ, W есть предѣлъ повышенія температуры. Онъ легче всего достигается при употребленіи газообразнаго топлива.

Разсчетъ по формулѣ III при изученіи аналогическихъ частныхъ случаевъ можно значительно упростить, взявъ общую среднюю теплоемкость, хотя ее нельзя считать всегда постоянною и она всегда выше, чѣмъ для азота, такъ какъ при температурахъ выше 1000° даже углекислый газъ даетъ высшую теплоемкость. Въ упрощенномъ видѣ III представляетъ видъ:

$$Wc'(n+1)=Q-600aq.$$

Среднюю теплоемкость c', сожигая нефть (безъ избытка воздуха) и вещества къ ней близкія, можно принимать=0,37; при сожиганіи дерева и т. п. (тоже безъ избытка воздуха) 0,38, для угля, кокса и т. п. и при избыткѣ воздуха 0,34—0,35. Такъ, напр., при горѣніи дерева (съ 19% влаги) въ 4,86 вѣс. част. воздуха, именно $W.0{,}38.5{,}86=3880-600.0{,}64$, откуда W=1570, а по III 1542°.

Если при горѣніи входитъ избытокъ воздуха, то между продуктами будетъ свободный кислородъ. Полагая, на основаніи опытовъ Маллара и Ле-Шателье, что частичная теплоемкость его равняется азоту, получимъ, что для кислорода средняя теплоемкость $=7c_3/8$ или $=0{,}209+ +0{,}000044T$.

[15] Коксъ и древесный уголь содержатъ не только водородъ и кислородъ, но и золу и влажность, а потому ихъ жаропроизводительность, конечно, будетъ ниже, чѣмъ для чистаго угля, но для него получается предѣльное число, имѣющее свое значеніе, какъ всѣ предѣльныя числа. Производя для кокса (принявъ $c=91$, $h=0{,}5$, $o=0{,}5$, сѣры и азота по 1%, воздуха 10,75 ч., Q принявъ 7544) такой же разсчетъ, какъ для угля, получаемъ W=1840, т. е. на 60° менѣе, чѣмъ для чистаго угля.

нами способъ разсчета [15bis]. Нефть (хотя для нея Q выше, около 11000, но зато она даетъ мн ого aq и требуетъ много воздуха, что и уменьшаетъ T) даетъ жаропроизводительность примѣрно на 130° меньшую, чѣмъ чистый уголь (но большую, чѣмъ каменный уголь) [16].

Для сожиганія 1 вѣсовой части дерева (полагая въ немъ 19% влаги, 1 золы, $c=40$, $h=5$ и $o=35\%$) потребно 4,86 ч. воздуха, и если, какъ это часто бываетъ въ обыч. топкахъ, входитъ двойное колич. воздуха, то въ продуктахъ горѣнія будетъ $a_1=1{,}467$; $a_2=0{,}69$; $aq=0{,}64$; $a_3=7{,}386$; $a_5=0{,}01$ и колич. своб. кислорода = 1,117, принявъ Q = = 3880, получаемъ, по III, равенство: $W(1{,}467c_1+0{,}69c_2+7{,}386c_3-0{,}01c_5+1{,}117.\frac{7}{8}.c_3)=3496$, откуда W = 1060°. Очевидно, что печь, отапливаемая деревомъ, въ подобныхъ (обычныхъ) условіяхъ не дастъ и этой температуры, какъ видно уже изъ того, что чугунъ въ такой печи неспособенъ плавиться.

Разсмотрѣнные примѣры представляютъ два предѣльныхъ случая, а потому въ заводскихъ печахъ съ обыкновеннымъ воздухомъ встрѣчаются температуры примѣрно отъ 800° до 1700°, и это различіе температуръ чрезвычайно вліяетъ на ходъ множества производствъ, какъ увидимъ этому далѣе примѣры въ металлургіи желѣза, стеклодѣліи и т. п. Приведу сверхъ того, что Валеріусъ считаетъ 1400° за высшую температуру, достигаемую при горѣніи лучшихъ кам. углей въ воздухѣ, что отвѣчаетъ и разсчету по формулѣ III, а потому для практическихъ цѣлей ею можно смѣло пользоваться, принимая во вниманіе, что она все же даетъ степень жара немного большую, чѣмъ та, какой можно достичь въ дѣйствительности, хотя бы въ разсчетъ и былъ введенъ встрѣчающійся въ дѣйствительности избытокъ воздуха, и это потому, что часть тепла все же теряется лученспусканіемъ и тѣмъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ меньше топлива сгораетъ въ единицу времени въ данномъ пространствѣ.

Б) Температуры, дѣйствительно достигаемыя въ печахъ, зависятъ однако не отъ одного состава топлива, опредѣляющаго его жаропроизводительность, но и отъ многихъ другихъ причинъ, между которыми первое мѣсто занимаютъ, какъ видно изъ предшествующаго, неполное горѣніе [17], охлаждающее вліяніе избытка воздуха, вновь вводимаго твердаго топлива [18] и вся-

[15 bis]. Если, какъ принимаютъ нерѣдко и донынѣ, считать постоянную теплоемкость $N^2=0{,}24$ и $CO^2=0{,}20$, для горѣнія угля въ теоретически должномъ колич. воздуха получается уравненіе: $T(3{,}67.0.20+8{,}68.0{,}24)=8100$, откуда T = 2875°, т. е. на 1100° выше, чѣмъ темп. плавл. платины. Избѣгая вышеописаннымъ способомъ такого далекаго несоотвѣтствія съ дѣйствительностію, я въ тоже время, послѣ ряда сдѣланныхъ попытокъ, пришелъ къ тому, что совершенно исключилъ для приближенныхъ практическихъ разсчетовъ — диссоціацію, ибо для воды и CO^2 она при температурахъ ниже 2000° очень мала. Отъ этого разсчеты просты и въ то же время близки къ опыту.

[16] Если бы существовалъ твердый водородъ (Q около 30000), то и онъ, сгорая въ воздухѣ, далъ бы низшую температуру, чѣмъ уголь, а именно для него W было бы около 1600°. Это показываетъ, что при горѣніи въ воздухѣ наивысшую темпер. изъ всѣхъ видовъ твердаго и жидкаго топлива (но не газовъ, см. далѣе) доставляетъ уголь (и вещества богатыя углеродомъ, напр. нафталинъ). Причину этого должно искать прежде всего въ томъ, что онъ требуетъ въ три раза меньше воздуха, чѣмъ такой же вѣсъ водорода, и теплоемкость CO^2 меньше, чѣмъ водянаго пара. Разсчесть T для горѣнія угля (или водорода) въ чистомъ кислородѣ, хотя бы и съ нѣкоторою степенью точности, нынѣ очень рискованно, потому что получаются очень высокія t, а для нихъ почти неизвѣстна ни истинная теплоемкость, ни мѣра диссоціаціи.

[17] Недостатокъ воздуха и неполное горѣніе понижаютъ температуру не только потому, что тогда теплота горѣнія Q умепьшается, но и потому, что появляются новые продукты, поглощающіе развивающееся тепло.

[18] Введеніе въ обычныхъ заводскихъ печахъ новаго запаса топлива (шураваніе), при открываніи топочныхъ дверецъ, ведетъ двумя способами къ пониженію t: чрезъ открытыя дверцы врывается излишняя охлаждающая масса воздуха и холодное топливо само поглощаетъ тепло. Это одинъ изъ примѣровъ невыгоды всякихъ періодическихъ дѣйствій, и немалой экономіи топлива достигаютъ тѣмъ, когда притокъ его дѣлаютъ непрерывнымъ, что раціональнѣе всего достигается при употребленіи пылевиднаго, жидкаго и газообразнаго топлива, такъ какъ при этомъ легко достигается непрерывность подхода топлива къ очагу, какъ далѣе будетъ разсматриваться. Но и при употребленіи обычнаго топлива (кусковъ каменнаго угля или торфа и дровъ) многими устройствами стараются достичь такой же непрерывности питанія очага. Для этого чаще всего прибѣгаютъ къ способамъ, изображен-

кихъ нагрѣваемыхъ (охлаждающихъ) предметовъ [19]. Достиженіе же высшихъ темпер., помимо природныхъ свойствъ топлива, опредѣляется не только должнымъ устройствомъ самыхъ очаговъ и печей (гл. 2), но и двумя способами, которые выдвинула промышленность новаго времени, а именно превращеніемъ топлива въ горючіе газы и предварительнымъ нагрѣваніемъ воздуха.

Когда горитъ твердое топливо, обра-

нымъ на рис. 7 и 8, то есть заставляютъ свѣжее топливо постепенно, по мѣрѣ прогоранія,

7, 8 и 9 рисункахъ, изображающихъ подобную

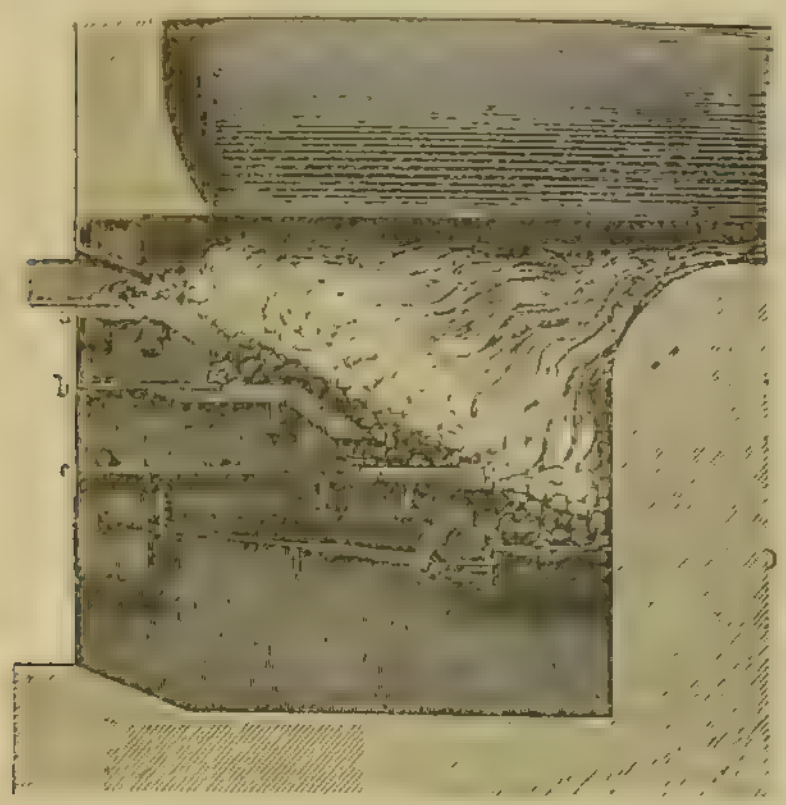


Рис. 7. Ступенчатая (лѣстничная) топка Лангена, примѣняется къ бурому углю, торфу и золистымъ к. углямъ. Топливо помѣщается на полки a, b, c, подъ каждой есть свои колосники. Продукты сухой перегонки должны проходить чрезъ коксъ, скатывающійся по наклоннымъ колосникамъ, а потому совершенно сгораютъ. На нижнихъ колосникахъ скопляется зола, которую можно выгребать чрезъ дверцы k, дѣйствуя рычагомъ h.

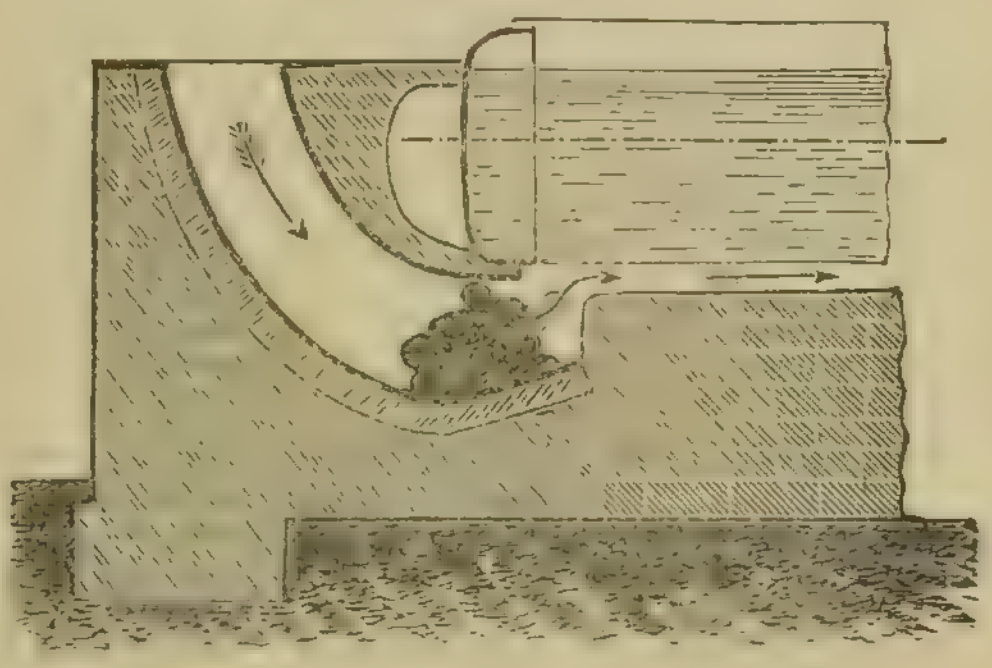


Рис. 8. Топка для дровъ съ проникновеніемъ воздуха чрезъ вновь прибавляемое топливо. Избѣгается зольникъ и открытіе дверецъ очага при шурованіи.

топку для дровъ, торфа и т. п. и, такъ называемую, полугазовую печь Боэціуса, гдѣ топливо въ пространствѣ *A* сперва не вполнѣ сгораетъ, образуя отчасти окись углерода, сгорающую предъ входомъ въ самую печь на счетъ воздуха (отчасти подогрѣваемаго), проходящаго по каналамъ *m* и *c*, окружающимъ очагъ и проводящимъ воздухъ къ верхней и нижней частямъ пламени, происходящаго отъ очень небольшого количества воздуха, проникающаго чрезъ *a* и *b* слой топлива, вводимаго чрезъ воронку *d*, гдѣ топливо столь плотно укладывается, чтобы чрезъ него почти не было прохода воздуху. Подобныя же устройства встрѣчаются и во многихъ иныхъ печахъ (см. гл. 2).

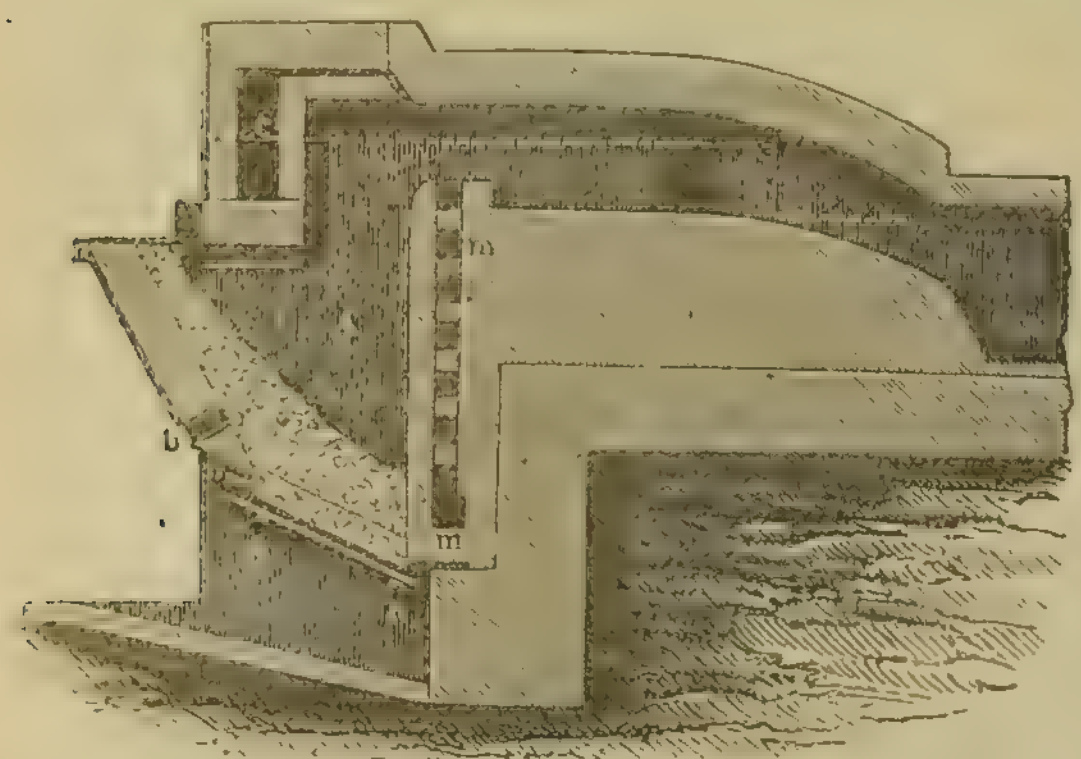


Рис. 9. Разрѣзъ полу-газовой топки (Boetius) съ наклонными колосниками и входомъ воздуха чрезъ c и m для металлургическихъ печей.

Рис. 10. Планъ полугазовой печи, разрѣзъ топки которой данъ на рис. 9.

скатываться (падать) въ очагъ изъ запасной воронки, какъ видно, напр., на прилагаемыхъ

[19] Очевидно, что тамъ, гдѣ очагъ горѣнія будетъ постоянно охлаждаться какимъ либо способомъ, нельзя достичь столь высокихъ температуръ, какъ въ томъ случаѣ, когда очагъ окруженъ накаленными стѣнками худыхъ проводниковъ тепла, потому что передача его идетъ не только чрезъ непосредственное прикосновеніе, но и чрезъ лученспусканіе. На этомъ послѣднемъ основано устройство отражательныхъ печей и отражающихъ сводовъ. Какъ примѣръ охлаждающаго вліянія холодныхъ предметовъ, укажемъ на то, что иногда для предохраненія колосниковъ отъ разрушенія ихъ жаромъ лежащаго на нихъ топлива, ихъ дѣлаютъ трубчатыми и внутри ихъ пускаютъ охлаждающую воду, которая, подогрѣваясь, служитъ для питанія паровика.

*

зуя газы дыма, происходитъ работа (скрытіе тепла, поглощеніе его) газообразованія, а потому при прочихъ равныхъ условіяхъ выдѣляется менѣе тепла, чѣмъ при горѣніи газовъ, что вліяетъ и на степень развивающагося жара. Это можно видѣть въ прилагаемой таблицѣ, гдѣ разочтены по III формулѣ величины жарообразованія (W) для чистыхъ горючихъ газовъ, встрѣчающихся въ заводской практикѣ (взявъ Q изъ § 8):

Горитъ 1 гр.		Q—600*aq*.	*n* гр.	W.
Чист. уголь	C	8100	5,80	1901°
Водородъ. .	H^2	29100	34,78	1814°
Окись углерода. . .	CO	2436	2,48	1957°
Бол. газъ .	CH^4	11980	17,39	1662°
Этиленъ . .	C^2H^4	11130	14,91	1831°
Ацетиленъ.	C^2H^2	11780	13,35	2130°

Изъ этихъ чиселъ видно, напр., что окись углерода [20], сгорая въ воздухѣ, развиваетъ высшую темпер., чѣмъ уголь, а ацетиленъ даетъ такую темпер., какая не достигается никакимъ [21] горящимъ въ воздухѣ (при обык. *t*) твердымъ или жидкимъ [22] топливомъ. Отсюда становится понятною выгодность превращенія топлива въ горючіе газы, когда требуется имѣть высшія степени жара. Выгодность примѣненія горючихъ газовъ къ топкѣ опредѣляется также и тѣмъ, что они сгораютъ вполнѣ безъ избытка воздуха (или съ отн. малымъ избыткомъ), потому что легко съ нимъ смѣшиваются. Далѣе (§ 19) мы разсмотримъ способы превращенія топлива въ горючіе газы и пользованіе ими.

Другой способъ поднять температуру горѣнія принципіально еще проще и надежнѣе. Онъ состоитъ въ предварительномъ нагрѣваніи воздуха, служащаго для сожиганія [23], что выступило особенно послѣ того, какъ Neilson (1829) показалъ, что, подогрѣвая воздухъ, вдуваемый при выплавкѣ (въ доменныхъ печахъ) чугуна, получается прямая и сильная экономія топлива, потому что повышается температура. Причина этого послѣдняго понятна, такъ какъ жаропроизводительность показываетъ лишь подъемъ температуры, а потому, если исходная температура воздуха и топлива поднимается, то поднимается и температура горѣнія [24]. Этимъ средствомъ прежде всего воспользовались при производствѣ чугуна (гл. 3) и стали и достигли этимъ того значительнаго удешевленія этихъ металловъ, которымъ характеризуется послѣдняя половина нашего столѣтія [25], такъ что указанный пріемъ не только прямо по-

[20] Нашъ разсчетъ ясно показываетъ, что окись углерода можетъ давать высшую степень жара, сравнительно съ водородомъ и свѣтильнымъ газомъ. Это до нѣкоторой степени объясняетъ тотъ извѣстный въ практикѣ фактъ, что генераторный (воздушный) газъ (см. далѣе). въ которомъ горитъ только окись углерода, въ регенеративныхъ печахъ легко даетъ жаръ, достаточный для плавленія платины, тогда какъ водяной газъ, заключающій водородъ, съ трудомъ даетъ (съ обыкн. воздухомъ) такую степень жара. Здѣсь играетъ большую роль малое количество воздуха, требуемаго горящей CO.

[21] Причина того, что C^2H^2 даетъ наивысшую T, состоитъ не только въ томъ, что это есть газъ очень богатый углеродомъ (а углеродъ горя даетъ высшую *t*, чѣмъ водородъ), но и въ томъ, что при его образованіи изъ элементовъ поглощается теплота, вслѣдствіе чего ацетиленъ (какъ синеродъ, нитроклѣтчатка и т. п.) способенъ взрывать (Бертело). Та поразительная яркость и бѣлизна свѣта, которую даетъ ацетиленъ, горя на воздухѣ (добывается дѣйствіемъ воды на углеродистый кальцій или карбидъ), объясняется именно высокою температурою, при семъ развивающеюся, и значительнымъ выдѣленіемъ (въ пламени накаливающихся) частицъ угля.

[22] Чистая нефть, представляя почти такой же составъ, какъ этиленъ, сгорая, даетъ болѣе низкую, чѣмъ онъ, температуру (W около 1770°) по той именно причинѣ, что она есть жидкость, а этиленъ газъ.

[23] Выгодно нагрѣвать и самое топливо; это даже дѣлается при сожиганіи газообразнаго топлива, но такъ какъ вѣсъ воздуха больше вѣса топлива (только въ генераторномъ газѣ, содержащемъ много азота, имѣется обратное), то особо важно нагрѣвать воздухъ.

[24] Но не должно забывать, что теплоемкость возрастаетъ съ темпер., а потому, поднимая исходную темпер. на извѣстное число градусовъ, мы поднимемъ темпер. горѣнія лишь на меньшее число градусовъ, какъ видно изъ того, напр., что для нагрѣванія отъ 0° до 400° 1 вѣс. части углекислаго газа требуется около 90 ед. тепла, а для нагрѣванія отъ 1000° до 1400° уже около 160 ед. тепла.

[25] Удешевленіе основывается не на одной экономіи въ расходѣ топлива (тѣмъ болѣе, что на подогрѣваніе воздуха не расходуется новое топливо, а идетъ или окись углерода, происходящая при выплавкѣ чугуна, или тепло, выходящее съ продуктами горѣнія изъ сталеплавильныхъ печей), но и отъ того, что повышеніе темпер. позволило и даже заставило увеличить размѣры печей и ускорило окончаніе процессовъ.

служилъ къ сбереженію громадной массы топлива, но косвенно повліялъ и на все современное состояніе промышленности, особенно принимая во вниманіе современную добычу литой стали, получаемой съ нагрѣтымъ (въ регенераторахъ) воздухомъ.

Совершенно ясно сознается и третій, могущественнѣйшій, способъ подъема температуръ горѣнія, а именно замѣна воздуха кислородомъ, такъ какъ при этомъ выпадаетъ нагрѣвъ всей той массы азота, которая сопровождаетъ горѣніе въ воздухѣ и поглощаетъ массу теплоты. Когда горитъ, напр., одна вѣсовая часть дерева, происходитъ только около $1^1/_2$ в. ч. углекислаго газа и не болѣе $^3/_4$ в. ч. водяного пара, но выдѣляющееся тепло должно нагрѣть не только ихъ однихъ, но и болѣе 4 в. ч. азота притекающаго воздуха. Общеизвѣстные лабораторные опыты ясно демонстрируютъ высокую степень жара, достигаемую при горѣніи въ кислородѣ всякихъ видовъ горючихъ веществъ. Этимъ даже пользуются иногда въ практикѣ, напр., при достиженіи сильнаго освѣщенія и при сплавленіи платины, а стали бы пользоваться и во множествѣ случаевъ, если бы нашлись выгодные способы дешеваго производства кислорода, но до сихъ поръ всѣ разнообразныя попытки этого рода [26] не оказались на столько удовлетворительными, чтобы найти широкое практическое приложеніе. Но рано или поздно это будетъ достигнуто и означитъ собою новые важные успѣхи промышленности, такъ какъ удобное и дешевое полученіе на заводахъ высокихъ (равно какъ и очень низкихъ) температуръ должно ознаменовать собою глубокія перемѣны во многихъ способахъ производства. Нѣкоторый шагъ въ этомъ отношеніи уже сдѣланъ путемъ примѣненія электрическихъ печей [27], но

---

[26] Между способами для полученія кислорода изъ воздуха, многократно испытанными въ большихъ размѣрахъ, достойны вниманія три: 1) Способъ Буссенго, видоизмѣнявшійся многими, основывается на способности безводной окиси барія BaO, при темнокрасномъ каленіи, поглощать кислородъ воздуха, образуя перекись BaO^2, которая при яркокрасномъ каленіи разлагается на кислородъ и возобновляющуюся окись BaO (трудности: изъ воздуха надо удалить всю влагу, окись барія дѣйствуетъ на стѣнки приборовъ, въ которыхъ находится, а, содержа подмѣси, не даетъ перекиси). 2) Способъ Тесье-де-Мотая, основывается на томъ, что накаленная смѣсь ѣдкаго натра и двуокиси (перекиси) марганца поглощаетъ кислородъ воздуха, образуя воду (изъ NaHO) и марганцовистонатровую соль $2NaHO + MnO^2 + O = H^2O + Na^2MnO^4$, а эта послѣдняя соль при дѣйствіи перегрѣтаго водяного пара возобновляетъ начальную смѣсь ($2NaHO + MnO^2$) и выдѣляетъ кислородъ. 3) Способъ Касснера основанъ на способности смѣси извести съ массикотомъ (окись свинца) поглощать при накаливаніи кислородъ воздуха и образовать свинцовоизвестковую соль Ca^2PbO^4, которая въ жару выдѣляетъ кислородъ и даетъ начальную смѣсь. Полученіе кислорода по всѣмъ этимъ способамъ велось, но, сколько мнѣ извѣстно, нигдѣ не привилось. Только для лабораторныхъ цѣлей и для освѣщенія A. Brin съ 1884 г. завелъ производство кислорода, отпускаемаго въ стальныхъ цилиндрахъ въ сжатомъ до 100 атмосферъ состояніи. Вѣроятную причину дорогой непрактичности надо искать, я полагаю, въ томъ, что во всѣхъ этихъ способахъ приходится накаливать щелочь, а она тогда дѣйствуетъ на стѣнки сосудовъ, въ которыхъ совершается накаливаніе. Предложено затѣмъ добывать кислородъ изъ воды, разлагая ее токомъ, но я не знаю опытовъ въ большомъ видѣ и полагаю, что непосредственное примѣненіе тока для полученія высокихъ температуръ [27] будетъ въ большинствѣ случаевъ гораздо выгоднѣе.

[27] Въ послѣднее десятилѣтіе, послѣ того, какъ сильно распространились динамо-машины и трансформаторы, стали уже во множествѣ случаевъ получать высокія температуры, пользуясь токами большого напряженія и образованіемъ въ замкнутомъ пространствѣ (электрической печи) вольтовой дуги, внутри которой могутъ получаться столь высокія температуры, какихъ горѣніе углеродистыхъ веществъ не доставляетъ. По показаніямъ Моассана, въ электрической печи получаются температуры, достигающія 3500°, въ которыхъ известь плавится, кремнеземъ и уголь улетучиваются, окислы такихъ металловъ, какъ кальцій и титанъ отдаютъ свой кислородъ углю и т. д. При напряженіи равномъ 450 амперъ и 70 вольтъ получается около 3000°, при 100 амперахъ и 40 вольтахъ получается около 2500°. Этихъ температуръ не выдерживаютъ большинство огнепостоянныхъ матеріаловъ. Техника воспользовалась уже этимъ способомъ полученія высокихъ температуръ не только для спаиванія металловъ (электрогефестъ Бернадоса, 1885) и вообще ихъ обработки (также русскаго изобрѣтателя Славянова), но и для производства такихъ реакцій, которыя не идутъ въ жару печей, нагрѣваемыхъ топливомъ. Такъ, электрическія печи служатъ для полученія металлическаго алюминія и карборундума или твердаго, почти какъ алмазъ, углеродистаго кремнія, предложеннаго и примѣняемаго для шлифовальныхъ и полировальныхъ круговъ, взамѣнъ наждака. Будущность тутъ большая, но дѣло еще въ началѣ и обѣщаетъ особый успѣхъ

изложеніе этого предмета здѣсь неумѣстно и онъ по цѣнности можетъ замѣнять нынѣ топливо съ выгодою только въ особо исключительныхъ случаяхъ (см. напр. Гл. 4 — о стали).

В) Когда требуется опредѣлить (съ точностью, напр., до 1°, для заводской практики обыкновенно достаточною) температуры, не превосходящія 500° [28], дѣло идетъ легко по той причинѣ, что можно примѣнять стеклянные приборы, подобные обычнымъ ртутнымъ или газовымъ (воздушнымъ) термометрамъ, такъ какъ нынѣ выдѣлываются уже сорты стекла, выдерживающіе эту температуру безъ размягченія столь же хорошо, какъ и болѣе низкія. Трудность состоитъ только въ вывѣркѣ показаній такихъ приборовъ [29]. Но для заводскихъ печей, дающихъ высокія температуры, особенно важно именно опредѣленіе температуръ выше 500°, а именно до 1700°. Измѣрители такихъ температуръ называются обыкновенно **пирометрами**. Къ нимъ во множествѣ случаевъ очень полезно прибѣгать для точнаго сужденія, хотя на практикѣ привычный глазъ нерѣдко руководствуется видимою степенью накаливанія, которою часто и обозначаютъ степень жара. Видимое накаливаніе разныхъ предметовъ при одной и той же температурѣ однако далеко не одинаково [30], и если говорится (Пулье) о темно-красномъ (700°), вишнево-красномъ (850°), ярко-красномъ (950°), желто-красномъ (1100°) и бѣло-каильномъ (1300°) жарѣ, то при этомъ подразумѣвается накаливаніе глиняныхъ предметовъ (кирпича, тиглей), причемъ главнымъ образомъ руководствуются степенью яркости свѣта, а его оттѣнокъ составляетъ лишь второстепенный признакъ [31].

Изъ многоразличныхъ пріемовъ, при-

только тогда, когда токъ будетъ получаться машинами, приводимыми въ движеніе водопадами, морскими приливами, вѣтромъ и т. п., а не паровыми машинами, расходующими топливо.

[28] Такъ какъ ртуть кипитъ около 360°, то температуры выше 300° опредѣляются не простыми ртутными термометрами, въ верхней части которыхъ находится пустота, а такими, въ которыхъ подъ нѣк. давленіемъ заключенъ азотъ, потому что чрезъ это повышается температура кипѣнія ртути, и такіе термометры могутъ служить до 400°. До 500° пригодны также явившіеся въ продажѣ (изъ Германіи) термометры, наполненные ртутью, а сверху сжатымъ углекислымъ газомъ, или жидкимъ сплавомъ калія съ натріемъ, п. ч. сплавъ этотъ походитъ на ртуть, а кипитъ гораздо ея выше (на стекло почти не дѣйствуетъ). Резервуаръ газоваго термометра, соединяющійся съ манометромъ (какъ на 11-мъ рис.) или бароманометромъ, можетъ быть для высшихъ температуръ выполненъ изъ фарфора или металла (наполняется азотомъ или водородомъ), и когда берется резервуаръ изъ иридистой платины — можно опредѣлять температуры до 1800° (металлическіе резервуары кончаются тонкою металлическою трубкою, соединяемою съ манометромъ). Показанія газовыхъ термометровъ, снабженныхъ ртутными манометрами, отчетливы и точны, но хотя употребленіе такихъ термометровъ мало практично для заводскихъ дѣлъ, и къ нимъ прибѣгаютъ только для калиброванія (при вывѣркѣ) другихъ термометровъ или пирометровъ, тѣмъ не менѣе я счелъ необходимымъ далѣе сообщить первыя о нихъ свѣдѣнія.

[29] Если вывѣрка термометра требуется съ точностію $\pm 1°$, то ее произвести легко въ заводской лабораторіи (болѣе точная, напр. до сотыхъ долей градуса, есть уже дѣло очень трудное даже для обширныхъ лабораторій), пользуясь постоянными, хорошо извѣстными точками (не говоря уже объ опредѣленіи 0° въ тающемъ льдѣ и 100° въ парахъ воды, кипящей при давленіи 760 мм.), изъ числа которыхъ нѣкоторыя далѣе (въ этомъ §) перечисляются.

[30] Это значитъ, что количество свѣта, испускаемое разными тѣлами, имѣющими одну t, неодинаково. Демонстраціею этого служитъ накаливаніе пламенемъ газа сѣтки Ауэра, содержащей окислы рѣдкихъ металловъ (лантана, циркона, торія и т. п.), такъ какъ такая сѣтка, нынѣ нашедшая большое примѣненіе, издаетъ очень сильный и бѣлый свѣтъ, тогда какъ порошки (на сѣткѣ) другихъ окисловъ (земель) въ томъ же пламени едва свѣтятся.

[31] Начало свѣтимости (едва видимой въ полной темнотѣ) при накаливаніи не совпадаетъ для разныхъ тѣлъ съ темп. около 528°. Опредѣленіе степени жара по яркости накаливанія можетъ производиться многими фотометрическими способами, изъ которыхъ для заводскаго примѣненія (по простотѣ обращенія) должно обратить вниманіе на фотометръ д-ра Симонова, представляющій зрительную трубку съ діафрагмой, отверстіе которой можетъ измѣняться и измѣряться особымъ указателемъ, что даетъ (принимая во вниманіе разстояніе) силу свѣта. если глядѣть чрезъ трубу на накаленный предметъ и измѣнять діафрагмою количество попадающихъ лучей до того, что на матовомъ стеклѣ окуляра нельзя уже отличать условныхъ изображеній. Я думаю, что этотъ пріемъ, отличающійся крайнею простотою, представляетъ въ большинствѣ случаевъ способъ измѣренія высокихъ t, достаточный для нѣк. заводскихъ дѣлъ, хотя здѣсь и нельзя ждать очень большой отчетливости.

мѣняемыхъ для опредѣленія высокихъ температуръ (или степени калильнаго жара), одинъ изъ наиболѣе доступныхъ и распространенныхъ состоитъ въ опредѣленіи плавленія опредѣленныхъ, заранѣе приготовленныхъ металлическихъ сплавовъ съ извѣстною температурою плавленія (см. далѣе), а затѣмъ почти одинаковое достоинство имѣетъ нѣсколько пріемовъ, между которыми выдается по точности способъ газовыхъ термометровъ и термо-электрическій. Однако, по важности предмета [32], я считаю полезнымъ остановиться надъ пріемами для опредѣленія высокихъ температуръ.

Общеупотребительною, какъ въ наукѣ, такъ и въ промышленности, а потому примѣняемою и въ этой книгѣ, термометрическою шкалою нынѣ почти повсюду служитъ сто-градусное (Цельзія) дѣленіе пространства отъ температуры тающаго льда 0° до температуры паровъ кипящей воды, то есть насыщенныхъ водяныхъ паровъ, образующихся изъ кипящей воды при давленіи въ 760 мм. (при температурѣ ртути 0° и при напряженіи тяжести, отвѣчающемъ 45° географической широты на уровнѣ моря [33]).

[32] И потому, что свѣдѣнія о пріемахъ опредѣленія высокихъ температуръ, сколько мнѣ извѣстно, мало распространены въ средѣ русскихъ техниковъ.

[33] Въ этомъ условіи есть своя неопредѣленность, такъ какъ нынѣ (особенно послѣ изслѣдованій Helmert, Sterneck и Defforges) несомнѣнно, что на опредѣленной географ. широтѣ напряженіе тяжести не постоянно, на уровнѣ океана напр. близъ береговъ его и на островахъ g болѣе, чѣмъ внутри континентовъ. Но эти разности, имѣющія свое значеніе въ точнѣйшихъ изслѣдованіяхъ и имѣющія свой большой интересъ для строенія земли, для такихъ опредѣленій, въ какихъ нуждается техника, значенія не имѣютъ, потому что все дѣло ограничивается сотыми долями градуса близъ 100°, и даже при 1500° едва вліяютъ на 2°, а такой точности въ техническихъ изслѣдованіяхъ не требуется. Что касается до измѣненій температуры тающаго льда отъ вліянія растворенныхъ воздуха и перемѣны баром. давленія, то и они ничтожно малы, по отношенію къ точности техническихъ опредѣленій. Поправку же показаній термометра, погруженнаго въ пары кипящей воды, на перемѣну баром. давленія производить необходимо; она приближенно найдется изъ равенства: $T=100+0{,}0368(H-760)-0{,}000024(H-760)^2$. Напр. при давленіи $H=750$, значеніе T получается по этой формулѣ $=99°{,}63$, что и даютъ лучшія опредѣленія. Другія подробности относительно постоянныхъ точекъ 0° и 100° слѣдуетъ уже искать въ сочиненіяхъ по физикѣ, метрологіи и т. под. Прибавлю только, что въ Международномъ бюро мѣръ и вѣсовъ въ Бретейлѣ g найдено (Деффоржъ и Бенуа) 9,80491 м., а на широтѣ 45° при поверхности океана принято считать $g=9{,}80665$ м.

[34] Какъ обусловлено окончательно на Международномъ метрическомъ конгрессѣ 1887 г. въ Парижѣ — Бретейлѣ.

[35] Такъ и составляется понятіе объ абсолютной температурѣ, считающейся отъ —273° Ц. (точнѣе —272°,48), т. е. отъ той, при которой, по условію, исчерпывается вся упругость, свойственная газу; напр. если взять водородъ при 0° съ упругостью 1000 мм., то при —100° упругость была бы 633 мм., и если бы такъ продолжалось (т. е. водородъ не переходилъ бы въ жидкость), то при темп. абсолютнаго нуля (около —273°) она стала бы $=0$. Такое, нынѣ преобладающее представленіе исходитъ изъ того, что *условились* считать градусъ по ариѳметическому приращенію объемовъ (сперва въ ртутныхъ, а потомъ въ газовыхъ термометрахъ) или упругости. Одно время полагали, что для постоянныхъ газовъ (подобныхъ воздуху, водороду и проч.) количество тепла, потребное для нагрѣванія на такой градусъ всегда, т. е. при всѣхъ температурахъ, остается постояннымъ (т. е. что теплоемкость не измѣняется съ температурою), но мы уже выше видѣли, что опытъ опровергъ эту гипотезу и что для всѣхъ газовъ теплоемкость растетъ по мѣрѣ возвышенія температуры, т. е. что въ природѣ нѣтъ «идеальныхъ» газовъ. Поэтому, на выраженіе $H_t=H_0(1+\alpha t)$, и на производныя изъ него, слѣдуетъ, въ сущности, смотрѣть, какъ на *условное*, т. е. можно пробовать и обсуждать и другія условныя же выраженія, опредѣляющія мѣру градуса, сохраняя исходные и условные 0° и 100°. Такъ напр., можно принимать, что газы измѣняютъ упругость по выраженію $H_t=H_0 10^{\beta t'}$, т. е. $\log(H_t/H_0)=\beta t'$. Если H_0 (упругость при 0°) $=1000$ мм. и при 100° упругость 1367 мм., то $\log(H_t/H_0)=\log 1{,}367=0{,}13577$, слѣд. $\beta=0{,}0013577$. Болѣе подходящую систему доставляетъ выраженіе $V_t=V_0 e^{\alpha t}$.

Но нынѣ принятая система, хотя и требуетъ признанія абсолютнаго нуля и допускаетъ идеальный газъ, проще, стройнѣе и служитъ исходомъ въ термодинамикѣ, составляющей одно

Дѣленія же этой шкалы на градусы основываются [34] на перемѣнѣ упругости чистаго водороднаго газа, имѣющаго при 0° упругость равную 1 метру. Это значитъ, что, измѣривъ такую упругость при 0° и затѣмъ при 100° и раздѣливъ разность высотъ столба ртути на 100 (примѣрно получается $=3{,}67$ миллиметра, если упругость при $0°=1000$ мм.), получаютъ перемѣну упругости, отвѣч. 1°, и эту норму условились принимать мѣриломъ для всѣхъ температуръ [35].

При перемѣнѣ исходнаго давленія (при 0°) [36] и при замѣнѣ водорода воздухомъ, азотомъ, кислородомъ и окисью углерода (словомъ «постоянными» газами, наиболѣе приближающимися къ «идеальному» газу) опредѣляются почти такія же температуры [37], какъ и нормальнымъ водороднымъ термометромъ, что и служитъ причиною справедливаго и полнаго предпочтенія газовыхъ термометровъ всякимъ инымъ [38]. Простѣйшій видъ для лабораторной и заводской практики такому прибору придалъ Жолли (Рис. 11), но здѣсь возможны многообразнѣйшія видоизмѣненія. Обыкновенно берется шаръ съ тонкой трубкой, герметически сообщающійся съ открытымъ манометромъ, содержащимъ

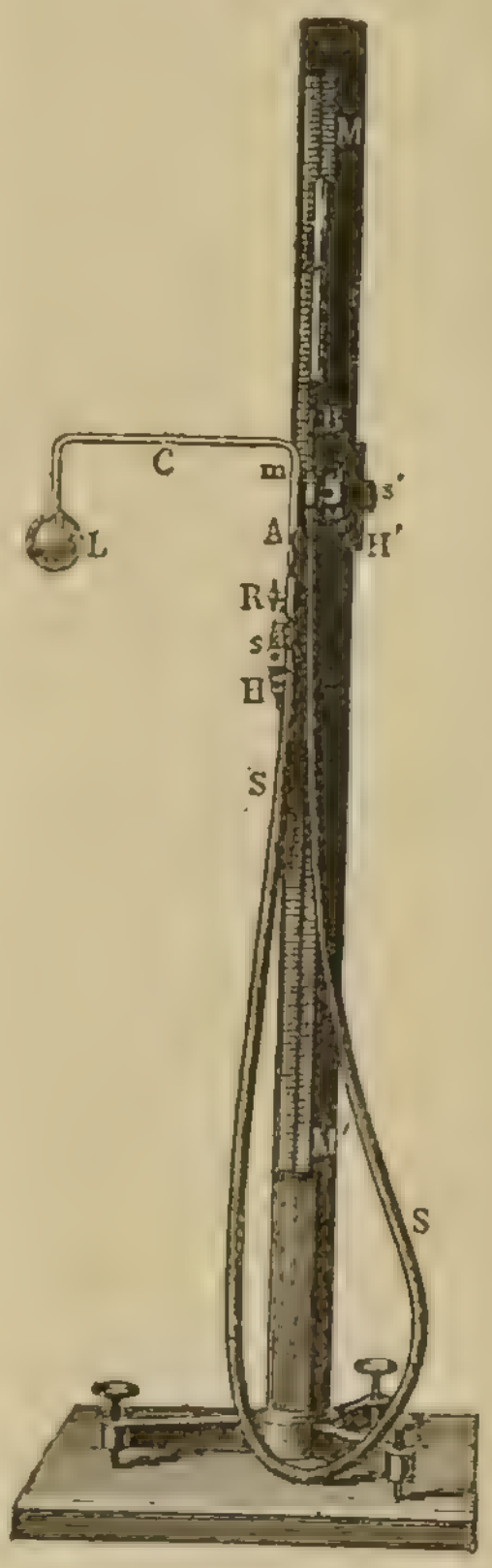


Рис. 11. Воздушный термометръ въ простѣйшей формѣ, приданной ему Жолли (Jolly). L стеклянный (или иной: фарфоровый, платино-иридовый и т. п.) сосудъ съ тонкою трубкою C, вводимый въ пространство для опред. t. Эта часть прибора кончается исходящею стеклянною трубкою A (вредное пространство), въ которой особая мѣтка (стеклянное остріе, обращенное внизъ) опредѣляетъ какъ начало (нуль) шкалы M, такъ и постоянный объемъ газа (запертаго ртутью манометра) въ шарѣ, упругость котораго измѣряется суммою высотъ столба ртути въ барометрѣ (особо каждый разъ наблюдаемаго) и въ манометрѣ AHB, состоящемъ изъ неподвижной части A, каучуковой трубки HS и подвижной (особымъ зубчатымъ кремальеромъ) стеклянной трубки B (того же діаметра какъ A). Поднимая или опуская открытую вѣтвь манометра M, каждый разъ доводятъ уровень ртути въ закрытой вѣтви A до мѣтки. Наблюдая упругость при 0° h_0, при 100° h_1 и h при искомой t и вводя въ наблюд. высоты необходимыя поправки (на расширеніе резервуара L, линейки M и ртути въ барометрѣ и манометрѣ и на темпер. воздуха во вредномъ пространствѣ) опредѣляютъ t по h_0 и h_1, такъ какъ $t = h(h_1 - h_0)/100$, гдѣ h есть упругость, наблюдаемая при t.

изъ крупныхъ завоеваній науки нашего столѣтія. Есть даже прямая выгода отъ допущеній, ею требуемыхъ, такъ какъ они, въ вѣкъ, считаемый грубо матеріальнымъ, кладутъ при разсмотрѣніи реальнѣйшихъ предметовъ явно нереализируемыя основы, что примиряетъ отвлеченность, когда-то господствовавшую, съ современнымъ реализмомъ естествознанія.

[36] Если бы взять упругость при $0° = 1$ метру ртутнаго столба и нагрѣть до 1700° (а В. Мейеръ, Гольборнъ, Гейкокъ и др. дѣлали именно при такихъ температурахъ опредѣленія съ газовыми термометрами, причемъ берется обыкновенно азотъ), то получилась бы упругость въ 7,24 метра или $9^1/_2$ атмосферъ, чего не выдержали бы тонкіе сосуды (фарфоровые, платино-иридовые), которые берутся для быстроты нагрѣванія. Поэтому, начальное, т. е. при 0°, давленіе въ такомъ случаѣ берется малое, а если сосудъ фарфоровый и глазурованъ только снаружи, то давленіе берется столь малое, чтобы при высшей температурѣ оно все же было менѣе атмосфернаго, ибо иначе, при перевѣсѣ внутренняго давленія, газъ пройдетъ чрезъ стѣнки сосуда и расплавленную глазурь, чего не бываетъ, если внутри давленіе менѣе атмосфернаго.

[37] Работы (Бенуа и Шаппюи) Международнаго метрическаго бюро показали, что температуры T, опредѣленныя по водородному термометру, очень близки къ находимымъ по термометру, содержащему азотъ T_n и даже углекислый газъ T_{CO_2}, напр.:

T	10°	20°	30°	40°	50°
T_n	10°,006	20°,010	30°,011	40°,011	50°,009
T_{CO_2}	10°,025	20°,043	30°,054	40°,059	50°,059

Вводя всѣ необходимыя поправки (на калиброваніе, перемѣну внутренняго и внѣшняго давленія и на положеніе 0° и 100°), даже ртутные термометры между 0° и 100° даютъ разности, незначительныя для тѣхъ требованій, какія предъявляетъ нынѣ техника, хотя эти разности имѣютъ уже большое значеніе для рѣшенія многихъ вопросовъ точнаго знанія. Такъ, напр., для термом. изъ тюрингенскаго стекла 1830—1840 гг. Марекъ даетъ для указанныхъ выше температуръ:

10°,086 20°,149 30°,191 40°,213 50°,216.

[38] Устройство и изученіе полнаго нормальнаго водороднаго термометра описаны въ трудахъ (Travaux etc.) Международнаго бюро мѣръ и вѣсовъ (1888, T VI), и я считаю излишнимъ останавливаться здѣсь надъ этимъ предметомъ, тѣмъ болѣе, что на русскомъ языкѣ (въ Журналѣ Русск. Физико-Химическаго Общества) должно явиться (въ одномъ изъ выпусковъ Временника Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ) подробное описаніе водороднаго термометра, построеннаго въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

и 100° (во льду и парахъ кипящей воды), узнаютъ возрастаніе упругости на 1°. Если теперь, помѣстивъ шаръ въ испытуемое пространство, опредѣлить разность наблюденной упругости отъ той, какая была при 0°, то, раздѣляя эту разность на выше-опредѣленное возрастаніе, отвѣчающее 1°, получаютъ температуру пространства [39]. Для температуръ, не превосходящихъ 500°, берутъ стеклянный шаръ, для высшихъ же изъ соотвѣтственнаго (не окисляющагося) металла, напр., изъ иридистой платины или фарфоровый съ тонкою придѣланною трубкою. Такой пріемъ даетъ точнѣйшія и несомнѣннѣйшія температуры, но его примѣняютъ почти исключительно лишь въ исходныхъ, провѣрочныхъ для другихъ пирометровъ, опредѣленіяхъ [40]. Для заводскаго пользованія предложено много разныхъ видоизмѣненій газовыхъ термометровъ, изъ которыхъ считаю не излишнимъ остановиться на двухъ.

Петерсенъ беретъ небольшой платиновый толстостѣнный сосудъ, завинчивающійся *неплотною* пробкою, опредѣляетъ вѣсъ его и вѣсъ воды, въ него входящей при 0°, а затѣмъ, наполнивъ сухимъ воздухомъ и помѣстивъ въ тигель, нагрѣваетъ въ парахъ воды и бросаетъ съ тиглемъ въ воду, имѣющую 0°. Когда все охладится, вода отчасти взойдетъ въ сосудъ, и по ея вѣсу (раздѣливъ на 100) судятъ о томъ, сколько воды отвѣчаетъ каждому градусу. Вѣсъ этотъ будетъ составлять около 0,0036 противу вѣса воды, наполняющей сосудъ; назовемъ его p. Теперь, когда желаютъ узнать температуру печи, въ нее ставятъ такой же тигель съ сухимъ сосудомъ и, когда они примутъ температуру печи, быстро вводятъ ихъ въ воду, имѣющую температуру t. Найдя вѣсъ вошедшей воды P и раздѣливъ его на p, получаютъ $T—t$, гдѣ T есть температура печи. Этотъ на видъ простой способъ требуетъ, однако, не только цѣннаго платиноваго сосуда, но и многой осторожности при его примѣненіи, потому что вода, входя въ накаленный платиновый сосудъ, можетъ вырываться въ видѣ паровъ съ частію воздуха, и часть его, растворяясь въ водѣ, можетъ уменьшать точность опредѣленія. Притомъ, опредѣленіе продолжительно и хлопотливо; но для не очень высокихъ температуръ все же должны получаться вполнѣ надежныя числа.

На нѣкоторыхъ металлургическихъ заводахъ сталъ въ послѣдніе годы распространяться воздушный пирометръ Виборга (Wiborgh, 1891), изображенный на рис. 12 и 13. Въ немъ прямо на циферблатѣ, подобномъ манометрическому

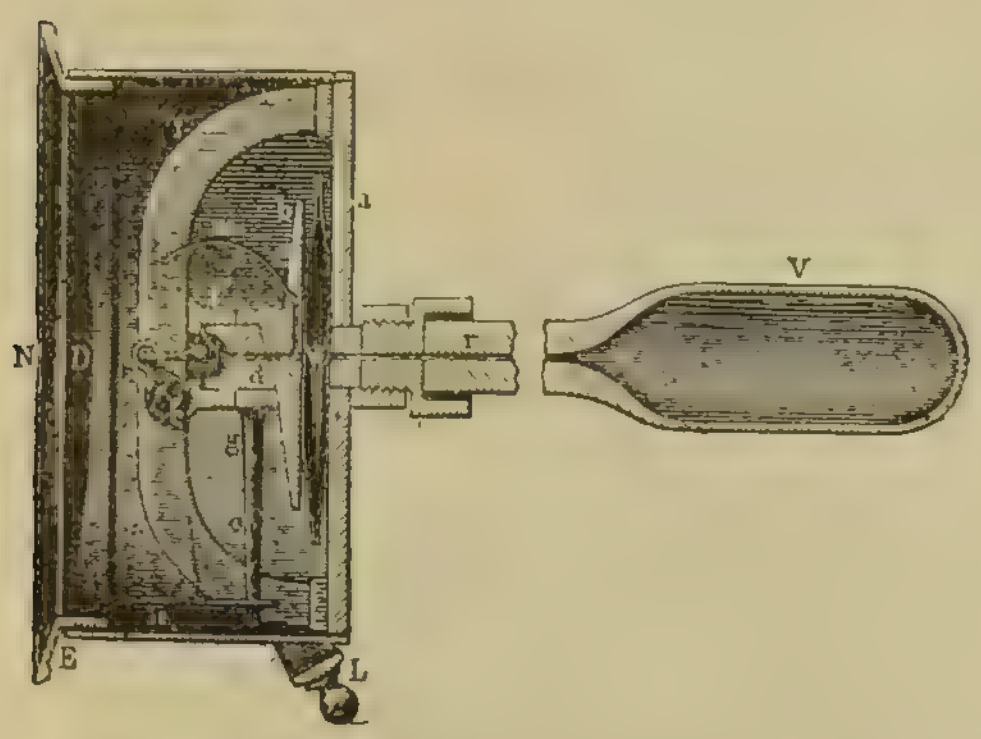


Рис. 12. Продольный разрѣзъ пирометра Виборга.

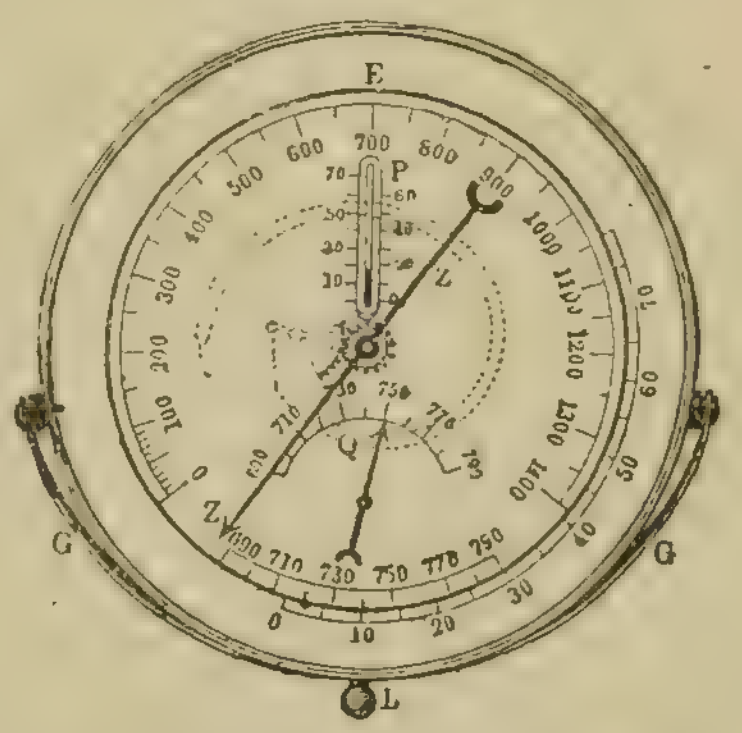


Рис. 13. Внѣшній видъ циферблата N пирометра Виборга.

Когда резервуаръ V помѣщенъ въ накаливаемое пространство, онъ и упругая коробка V' сообщены съ воздухомъ. Когда желаютъ узнать температуру, тогда дѣйствуя кнопкой L и соединенными съ рукояткой G рычагами c и k, закрываютъ шарикомъ S сообщеніе съ атмосферой и сдавливаютъ упругую коробку V' такъ, что весь изъ нея воздухъ входитъ въ V; его упругость увеличится тѣмъ больше, чѣмъ выше температура V. Это увеличенное давленіе деформируетъ, какъ въ пружинныхъ манометрахъ, упругую пустотѣлую пластинку, изображенную пунктиромъ на рис. 13 и дѣйствующую на указатель Z циферблата, что и даетъ температуру. Для поправки на давленіе атмосферы, показываемое анероидомъ Q, и на температуру V', показываемую термометромъ P, есть свое приспособленіе (дѣйствующее чрезъ E и d), состоящее въ предварительномъ измѣненіи объема воздуха въ V', такъ что Z даетъ прямо (быстро) температуру пространства, въ которомъ помѣщенъ резервуаръ V.

---

[39] Требуются, конечно, нѣкоторыя поправки, особенно на объемъ и температуру «вреднаго» пространства, на расширеніе шара, шкалы и ртути, но относящіяся сюда подробности должно уже искать въ курсахъ физики.

[40] Хотя ничто не препятствуетъ во многихъ

или анероидному, читаются температуры печи, въ которую вмѣщается резервуаръ (V) прибора, когда, дѣйствуя кнопкою L и рычагомъ G, запираютъ сообщеніе съ воздухомъ и надавливаютъ на упругія стѣнки коробки V', что вгоняетъ заключающійся въ ней воздухъ въ резервуаръ V, температуру котораго надо опредѣлить. Очевидно, что воздухъ коробки V', вдавленный въ резервуаръ V, увеличитъ упругость тѣмъ въ большей мѣрѣ, чѣмъ выше будетъ темпер. этого послѣдняго. Это увеличенное давленіе дѣйствуетъ, деформируя (какъ въ анероидахъ или въ манометрахъ паровыхъ котловъ) упругую пустотѣлую искривленную трубку, на стрѣлку циферблата Z, и на немъ прямо читается температура печи. Когда отчетъ сдѣланъ, рычагъ G и кнопку L опускаютъ, сосудъ V' (надлежащей упругости) расширяется, и открывается прямое сообщеніе V' и V съ воздухомъ (а стрѣлка приходитъ въ положеніе, изображенное на рис. 13). Дѣйствіе прибора, судя по всѣмъ отзывамъ [41], очень правильно и скоро [42].

Хотя прямое наблюденіе температуръ по ртутнымъ и особенно газовымъ термометрамъ составляетъ единственный общій и однообразный пріемъ для сужденія о степени жара, но примѣненіе ртутныхъ термометровъ ограниченно, а газовыхъ затруднительно, а потому для опредѣленія высокихъ температуръ, особенно на заводахъ, издавна разыскиваютъ всякіе болѣе удобные способы. Попытокъ и опытовъ было множество; важнѣйшіе мы кратко опишемъ, прежде чѣмъ остановимся на новомъ термоэлектрическомъ пирометрѣ Ле-Шателье, оставляющемъ за собою — по точности и удобству — всѣ ранѣе него предложенные, между которыми должно ясно отличать два разряда: прерывные (пироскопы) и сплошные (пирометры). Первые даютъ только предѣлы, между которыми находится опредѣляемая температура, не указывая ея истинной величины, вторые же показываютъ всѣ ея степени съ тою или иною степенью приближенія.

Между прерывными пріемами опред. постоянныхъ темп. первое мѣсто принадлежитъ способамъ, основаннымъ на перемѣнѣ состояній, т. е. на плавленіи твердыхъ тѣлъ и на кипѣніи ихъ (или жидкостей. изъ нихъ происходящихъ), такъ какъ «скрытое тепло» дѣлаетъ эти температуры постоянными. Пріемъ этотъ очень точенъ, если взяты дѣйствительно *чистыя* вещества, что нынѣ легко достижимо, такъ какъ чистыя вещества нерѣдко имѣются уже въ продажѣ [43].

случаяхъ на заводахъ, въ печахъ, прямо примѣнять этотъ способъ, въ сущности очень простой и надежный.

[41] Самъ я его не испытывалъ.

[42] Упомяну еще о пріемѣ В. Мейера (1885), могущемъ дать прекрасные результаты, но требующемъ приготовленія чистаго азота и углекислаго газа. Берется сосудъ, кончающійся двумя тонкими трубками (его объемъ и коэф. расшир. конечно должны быть извѣстны), выходящими наружу изъ пространства, въ которомъ опредѣляется высокая температура. Сосудъ наполняется чистымъ азотомъ и, когда накалится, азотъ вытѣсняютъ чистою CO^2, которую затѣмъ поглощаютъ щелочью, остается азотъ, а измѣреніе его объема и дастъ температуру. Взявъ платино-иридовый сосудъ, этимъ путемъ В. Мейеръ опредѣлялъ температуры до 1650°. Можно вообще разнообразить до чрезвычайности пріемы опредѣленія, пользуясь расширеніемъ газовъ, но все же всѣ эти методы, за изъятіемъ способа Виборга, носятъ болѣе характеръ лабораторныхъ и провѣрочныхъ, но не рабочихъ техническихъ, для которыхъ, кромѣ простоты и скорости, требуется еще и дешевизна самаго прибора и его прочность, чего нельзя сказать ни про одинъ изъ газовыхъ пирометровъ.

[43] Чтобы показать, въ примѣрѣ, какъ много зависитъ здѣсь дѣло отъ степени чистоты, приведу свѣдѣніе о температурѣ плавленія металлической сурьмы, которую только въ самое послѣднее время стали получать въ дѣйствительно чистомъ состояніи, прежде же, обыкновенно, даже въ лабораторіяхъ, имѣли съ подмѣсью другихъ металловъ. Вотъ въ этомъ то нечистомъ состояніи была когда-то опредѣлена темпер. плавленія сурьмы отъ 430° до 435°. Это число и повторялось всюду, т. е. принималось, что сурьма плавится около 432°. Гейкокъ и Невиль, производя рядъ новыхъ точныхъ опредѣленій темп. пл. многихъ металловъ и ихъ сплавовъ, въ 1894 г. опредѣлили, что чистая сурьма плавится при 624°, а въ 1896 г. Готье, занимаясь такими же опредѣленіями, нашелъ 632°, такъ что нынѣ должно считать, что Sb плавится около 628°. Это, нынѣ наиболѣе достовѣрное число, почти на 200° выше ранѣе найденнаго. По этой то причинѣ особенно важно обратить вниманіе на чистоту веществъ, примѣняемыхъ для установки температуръ, и я старался выбирать далѣе только такія вещества, которыя *нынѣ* легко имѣть въ продажѣ въ чистомъ состояніи. Такъ напр., еще лѣтъ 10 сему назадъ только въ химическихъ лабора-

Притомъ плавленіе и кипѣніе опредѣленныхъ тѣлъ даетъ возможность провѣрять всякіе термометры и пирометры и представляетъ, въ сущности, очень простой пріемъ. Если, напр., мы введемъ въ испытуемое пространство двѣ стеклянныя трубки, въ одной положимъ палочку сѣры, а въ другой палочку цинка, и окажется, что цинкъ сплавился, а сѣра осталась въ сплавленномъ видѣ, а не улетучилась, это будетъ уже несомнѣнно указывать на то, что температура была выше 418° (темп. плавл. Zn), но ниже 445° (темп. кипѣнія сѣры). По этой причинѣ я сообщу, основываясь на лучшихъ опредѣленіяхъ (Дьюара, Рамзая и Юнга, Реньо, Гольборна и Вина, Гейкока и Невиля, В. Мейера и др.), данныя о температурахъ плавленія (далѣе означено: *плав.*) и кипѣнія (означено: *кип.* и значитъ, что кипитъ при давленіи въ 760 мм.) нѣкоторыхъ опредѣленныхъ (въ химическомъ смыслѣ—чистыхъ) веществъ, взявъ при нѣкоторомъ (маломъ) разнорѣчіи данныхъ среднія числа и притомъ только такія, которыя (обнимая всю шкалу) нынѣ должно считать наиболѣе несомнѣнными, т. е. установленными по газовымъ термометрамъ съ соблюденіемъ всѣхъ возможныхъ предосторожностей и поправокъ [44].

Жидкій водородъ	−243°	кип.
» кислородъ	−183°	»
» этиленъ C^2H^4	−103°	»
Жидкая закись азота N^2O	−92°	»
Жидкій углекислый г. CO^2	−80°	»
» хлористый мет. CH^3Cl	−24°	»
» сѣрнистый г. SO^2	−10°	»
Ледъ H^2O	0°	плав.
Эфиръ $(C^2H^5)^2O$	+35°	кип.
Сѣрнистый углеродъ CS^2	+46°	» [45]
Нафталинъ $C^{10}H^8$	+79°	плав.
Вода H^2O	+100°	кип. см. (33)
Анилинъ C^6H^7N	184°	»
Нафталинъ $C^{10}H^8$	218°	»
Олово	231°	плав.
Висмутъ	269°	»
Свинецъ	328°	»
Ртуть	357°	кип.
Цинкъ	418°	плав.
Сѣра	445°	кип. [46]
Поваренная соль NaCl	815°	плав.
Сода Na^2CO^3	848°	»
Хлористый барій $BaCl^2$	922°	»
Серебро	965°	»
Сѣрнокаліевая соль K^2SO^4	1072°	»
Золото	1075°	»
Мѣдь	1082°	»
Никкель	1484°	»
Палладій	1585°	»
Платина	1778°	» [47]

Эти данныя, принадлежа къ наиболѣе прочно установленнымъ, легко позволяютъ провѣрять термометры для очень низкихъ и очень высокихъ температуръ. Прямо же для заводской практики требуются болѣе тѣсныя границы въ постоянныхъ точкахъ плавленія, какъ наиболѣе удобныя. Для этой цѣли служатъ опредѣленные *сплавы* или металловъ, или кремнеземистыхъ веществъ (стеколъ, фарфоровыхъ массъ, шлаковъ и т. п.); нѣкоторые изъ нихъ получили довольно широкое примѣненіе въ заводской практикѣ. Привожу четыре примѣра подобныхъ сплавовъ [48], а при надобности

торіяхъ можно было имѣть или самому готовить въ чистомъ видѣ такія тѣла, какъ нафталинъ, анилинъ, сжиженные газы (CO^2, SO^2) и т. п., теперь же ихъ легко получать прямо въ торговлѣ, конечно, пользуясь лишь лучшими фирмами.

[44] Но я ограничиваюсь въ прилагаемой таблицѣ лишь цѣлыми градусами, такъ какъ въ большинствѣ случаевъ за ихъ доли нельзя ручаться, по крайней мѣрѣ для температуръ ниже 0° и выше 300°.

[45] По даннымъ Рамзая и Юнга перемѣну темп. кипѣнія t сѣрнистаго углерода въ зависимости отъ перемѣны барометрическаго давленія H въ простѣйшемъ (для разсчета поправокъ) видѣ можно представить:

$$t^\circ_c = 46 + (H - 760)\ 0{,}042,$$

потому что при 40° упругость пара = 617,5 мм., а при 50° = 857,1 мм. Болѣе точное выраженіе гораздо сложнѣе и здѣсь неумѣстно его приводить. Очевидно, что поправки этого рода для приближенныхъ, нужныхъ для техники опредѣленій, имѣютъ очень малое значеніе.

[46] Для сѣры найдена темп. кипѣнія въ зависимости отъ давленія H:

$$t = 444^\circ{,}53 + 0{,}082(H - 760).$$

[47] Віоль опредѣлилъ для платины 1775°, а Гольборнъ и Винъ 1780°, взято среднее изъ данныхъ, какъ для Au, Ag, Pd и Ni.

[48] Примѣры для металлическихъ сплавовъ взяты изъ изслѣдованій Робертса Аустена (1891—1893), подтвержденныхъ недавно (1896) наблюденіями Г. Готье (H. Gautier). Изъ свода данныхъ, собранныхъ этимъ послѣднимъ, привожу еще нѣсколько свѣдѣній, которыя могутъ быть полезны при заводскомъ опредѣленіи температуръ. Сплавъ 20Pb+80Sn=202°; 40Pb+60Sn = 190°; 60Pb + 40Sn = 240° и 80Pb+20Sn = 280°; 14,5Al + 85,5Zn = 435°; 30Al + 70Zn = 502°; 68Al + 32Zn = 605° и 81Al + 19Zn=627°; 36,23Ag + 63,77Cd=660°; 51Ag + 49Cd=755°; 77,63Ag + 22,37Cd=880° и 91,8Ag + 8,2Cd = 945°; 20Ni+80Cu=1250°; 50Ni + 50Cu = 1340° и 66,66Ni + 33,34Cu = = 1400°.

ихъ можно составить для любыхъ предѣловъ температуръ. 1) Сплавы мѣди и олова (бронза): $10Cu + 90Sn = 400°$; $20Cu + 80Sn = 518°$; $30Cu + 70Sn = 590°$; $40Cu + 60Sn = 640°$; $50Cu + 50Sn = 675°$; $70Cu + 30Sn = 720°$; $90Cu + 10Sn = 940°$. Хотя здѣсь есть несомнѣнно опредѣленный сплавъ состава $SnCu^3$ (61,7% Cu), но измѣненія довольно правильны. Однако, этотъ сплавъ, какъ и многіе другіе, легко окисляются въ печахъ, а потому точныхъ показаній отъ нихъ и отъ промежуточныхъ сплавовъ ожидать нельзя. Въ этомъ отношеніи лучше всѣхъ **Принсеповскіе сплавы** (Prinсep, 1828 г.), содержащіе золото съ серебромъ или платиной. Ихъ можно имѣть въ видѣ пластинокъ, которыя, расплавляясь, даютъ шарики, и эти послѣдніе, расплюнутые молотомъ, могутъ вновь употребляться для пробъ. 2) Сплавъ 80 ч. серебра съ 20 ч. золота плавится при 975°; $60Ag + 40Au = 995°$; $40Ag + 60Au = 1020°$ и $20Ag + 80Au = 1045°$ (вообще почти: $t = 1075 - 1{,}6\,p + 0{,}005\,p^2$, гдѣ p есть процентъ серебра). 3) Сплавы платины и золота, исходя изъ температуръ ихъ плавленія 1778° и 1075°, оказывается, по даннымъ Ерхарда и Шертеля (1879), плавятся при температурѣ $t = 1075 + 5{,}43\,p + 0{,}016\,p^2$, гдѣ p есть процентъ платины. Такъ, напримѣръ, при $p = 50\%$, $t = 1386°{,}5$ [49]. 4) Сегеръ (Seger, 1885), завѣдуя обжигомъ фарфора и изучая температуры плавленія глазури [50], систематически составилъ опредѣленныя смѣси чистой тугоплавкой глины (каолинъ изъ Zettlitz) съ кварцемъ, полевымъ шпатомъ и мраморомъ, которыя, уменьшая температуру плавленія каолина, позволили установить послѣдовательную шкалу плавкости. Для наиболѣе плавкихъ смѣсей были опредѣлены съ Принсеповскими сплавами истинныя температуры плавленія, а для высшихъ приняты приближённыя, такъ что настоящія температуры плавленія (по газовому термометру), строго говоря, неизвѣстны, тѣмъ не менѣе пріемъ Сегера и его смѣси, за нумерами отъ 1 до 20-го, нашли широкое практическое приложеніе, потому что королевскій берлинскій фарфоровый заводъ сталъ тщательно готовить пироскопы Сегера [51] и каждая проба носитъ свой нумеръ, что сильно облегчило заводское примѣненіе. Всѣ пробы представляютъ трехгранныя пирамидки высотою 2—4 сантиметра. Рядъ ихъ вводятъ въ печь и вынимаютъ по прошествіи нѣкотораго времени. Температура печи будетъ извѣстна приблизительно съ точностію до 25°, если окажется, что такіе то нѣкоторые низшіе номера сплавились, а слѣдующіе за ними остались непропутыми. Это даетъ условную температуру, потому что принято считать $t = 1121 + 29\,N$ съ точностію въ 2—3 градуса, гдѣ N означаетъ нумеръ «конуса Сегера» (Segerkegel), напр., № 10 отвѣчаетъ $1411° \pm 2°$. Составъ № 1, выраженный химическою формулою, будетъ: $3(K^2O)\ 7(CaO)\ 2(Fe^2O^3)\ 3(Al^2O^3)\ 40SiO^2$, а для № 10: $3(K^2O)\ 7(CaO)\ 10(Al^2O^3)\ 100(SiO^2)$, для № 20 $3(K^2O)\ 7(CaO)\ 39(Al^2O^3)\ 390(SiO^2)$, а для промежуточныхъ послѣдовательно измѣняется. Такъ какъ «конусы Сегера» отвѣчаютъ именно температурамъ отъ 1150° до 1700°, встрѣчающимся въ заводскихъ печахъ, то они, хотя не абсолютно точно, а лишь относительно и приближенно, могутъ отлично служить для опредѣленія степени достигаемаго жара.

Но и къ нимъ практики прибѣгаютъ лишь въ рѣдкихъ случахъ, чаще всего опредѣляя температуру по цвѣту и яркости накаленныхъ предметовъ. Въ этомъ отношеніи, вслѣдъ за Пулье, сдѣлано много соотвѣтственныхъ наблюденій, и нынѣ принимаютъ, что

---

[49] Изслѣдованія Маттеи, Гейкока, Аустена и др. показали, что малыя подмѣси посторонннихъ металловъ часто сильно вліяютъ на температуру плавленія сплавовъ, а потому, примѣняя выше данныя числа, необходимо заботиться о полной чистотѣ металловъ и защищать ихъ пробы отъ вліянія золы и металлическихъ паровъ, находящихся очень часто въ жаровомъ пространствѣ печей.

[50] Глазурь всегда есть стекловатый сплавъ, гораздо болѣе легкоплавкій, чѣмъ глина, которая имъ покрывается. Въ главѣ о производствѣ глиняныхъ издѣлій мы будемъ имѣть случай возвратиться къ этому предмету, имѣющему большой интересъ и по отношенію къ металлургическимъ шлакамъ, составъ и плавкость которыхъ также подлежатъ сильному измѣненію.

[51] Въ Берлинѣ на заводѣ 100 штукъ такихъ «конусовъ Сегера» стоятъ $4^1/_2$ марки, т. е. около $2^1/_4$ руб.

Начало свѣтимости отвѣчаетъ		525°
Очень темно-крас. цвѣтъ	»	600°
Темно-красное каленіе	»	700°
Начало вишнево-крас. кал.	»	800°
Вишнево-крас. накаливаніе	»	900°
Яркое вишнево-крас. накал.	»	1000°
Оранжевое каленіе	»	1100°
Желтое накаливаніе	»	1200°
Бѣлое каленіе	»	1300°
Яркій бѣлокалильный жаръ	»	1400°
Ослѣпительно-бѣлое каленіе	»	1500°

Уже достаточно одного этого сопоставленія для того, чтобы видѣть слабую точность, возможную въ такомъ субъективномъ способѣ опредѣленія степеней жара; погрѣшность даже для отдѣльнаго наблюдателя здѣсь можетъ доходить до 100 и болѣе градусовъ. Поэтому то давно и разыскиваютъ простые, но возможно точные и объективные способы пирометріи, къ которымъ мы теперь и обратимся [52]. Изъ нихъ слѣдуетъ упомянуть о пирометрахъ калориметрическихъ, оптическихъ и электрическихъ, а остановить наибольшее вниманіе стоитъ лишь на термо-электрическомъ термометрѣ Ле-Шателье, такъ какъ, при великой простотѣ устройства, онъ представляетъ всѣ условія точности и правильности дѣйствія.

[52] Я не считаю нужнымъ останавливаться на пирометрахъ, которые строили, основываясь на диссоціаціи нѣк. хим. соединеній, на зависимости скорости звука отъ температуры и т. п., потому, между прочимъ, что въ приборахъ этого рода нельзя ждать простоты и они не обѣщаютъ точности. Древнѣйшій пирометръ Веджвуда, основанный на сокращеніи объема глины въ жару, и подобные ему, представляя первыя попытки овладѣть предметомъ, заслуживали бы большаго вниманія, если бы могли сколько-либо отвѣчать той точности, какая требуется уже современною техникою. Вторую, гораздо уже высшую, степень точности и примѣнимости представляютъ пирометры, основанные на разности линейнаго расширенія твердыхъ тѣлъ. Между приборами этого рода особенно часто встрѣчается въ заводскомъ дѣлѣ *графитовый пирометръ* въ стальной или бронзовой оправѣ. Онъ содержитъ цилиндръ графита, упирающійся однимъ концомъ въ дно металлической трубки, а на другой конецъ трубки надавливаетъ металлическій стержень, на концѣ котораго укрѣпленъ чувствительный рычагъ (фильгебель), опирающійся на продолженіе трубки, охватывающей цилиндръ графита. До температуръ 700—800° показанія такого пирометра довольно правильны, но все же съ теченіемъ времени вновь слѣдуетъ вывѣрять весь приборъ, и замѣчаются измѣненія показаній, достигающія даже до 80°.

Основное начало калориметрическихъ пирометровъ состоитъ въ передачѣ водѣ калориметратепла,пріобрѣтеннаго сплошнымъ шаромъ или гирею изъ платины или иного неизмѣняющагося въ жару металла и въ опредѣленіи количества тепла, переданнаго водѣ калориметра, что и даетъ температуру шара или гири, накаленныхъ въ испытуемой печи. А чтобы удобно было быстро, не дозволяя охладиться, перенести изъ печи накаленный шаръ въ калориметръ, устраиваютъ или особые щипцы, или приборъ, изображенный на рис. 14.

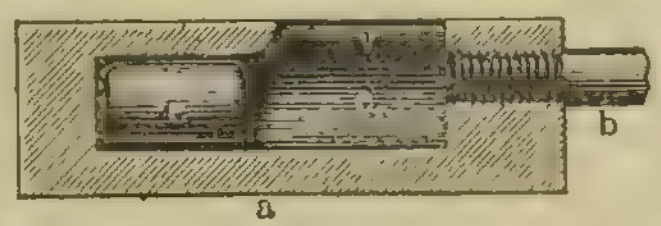


Рис. 14. Желѣзный приборъ (Ф. Фишера, 1890), служащій для введенія платиновой (или стальной) гири e въ печь и затѣмъ для выбрасыванія ея въ водяной калориметръ. Углубленіе a позволяетъ вводить приборъ въ печи какъ горизонтальныя, такъ и вертикальныя, пользуясь стержнемъ b съ деревянной (не изображенной) ручкой и асбестовымъ щиткомъ. При наклонѣ прибора гиря становится въ положеніе ея и тогда при поворотѣ прибора около оси выбрасывается въ воронкообразное расширеніе калориметра. Размѣръ въ три раза менѣе дѣйствительнаго.

Представимъ же, что взятъ шаръ вѣса p и что теплоемкость металла, изъ котораго онъ сдѣланъ, равна s; очевидно, что когда шаръ будетъ накаленъ до t_x и охлажденъ въ водѣ до t_1, онъ передастъ ей $ps\ (t_x - t_1)$ единицъ тепла. Съ другой стороны, назовемъ чрезъ P вѣсъ воды калориметра (считая и его стѣнки, термометръ и проч. части прибора также выраженными въ этомъ вѣсѣ, сообразно ихъ теплоемкостямъ) и примемъ теплоемкость воды $= 1$. Если температура калориметра до введенія шара была t_0, а послѣ t_1, то очевидно, что калориметръ получилъ $P\ [t_1 - t_0]$ ед. тепла и это количество равно предшествующему, откуда:

$$t_x = \frac{P(t_1 - t_0) + pst_1}{ps},$$

слѣдовательно, зная теплоемкость s и вѣсъ p металла и весь водяной вѣсъ калориметра P и наблюдая въ немъ начальную и окончательную температуры t_0 и t_1, можно опредѣлить калориметромъ неизвѣстную температуру t_x, до которой былъ накаленъ шаръ въ печи [53].

[53] Нужны поправки на лученспусканіе, на теплоту испаряющейся воды и пр., но я не

Пусть, напр., взята платиновая гиря вѣсомъ въ 25 грам. ($=p$), $s=0{,}0324$, вѣсъ латуннаго калориметра $=200$ гр., теплоемкость латуни 0,085, слѣд. соотвѣтственный (вѣсу калориметра) вѣсъ воды $=17$ гр., а вѣсъ влитой воды $=133$ гр., поэтому весь водяной вѣсъ $P=150$ гр. И пусть $t_0=15°{,}000$, а $t_1=19°{,}258$; отсюда находимъ, что платиновая гиря была накалена до $t_x=808°$. Такой способъ примѣнялн Сименсъ, Ф. Фишеръ и др., для чего устроили и соотвѣтственные (приспособленные къ тому, чтобы при введеніи шара или гири не вылетали брызги воды, съ двойнымъ дномъ и т. п.) калориметры; но точныхъ результатовъ отъ подобнаго, на первый взглядъ прекраснаго, способа ожидать нельзя, не столько по причинѣ потери части тепла на испареніе воды (на что можно было бы ввести поправку, вновь опредѣляя послѣ опыта вѣсъ воды калориметра), происходящее въ моментъ введенія накаленнаго тѣла въ воду, сколько по причинѣ неизвѣстности перемѣны s съ температурою, а это измѣненіе несомнѣнно значительно, особенно для желѣза, точныхъ же свѣдѣній объ этомъ предметѣ мало [54] и трудно получить. Но первое приближенное понятіе о степени жара печей указанный пріемъ, конечно, даетъ, особенно если для накаливанія берется платина, тѣмъ болѣе, что Pouillet и Violle нашли, что теплоемкость этого металла мало возрастаетъ съ температурою [55].

Болѣе достовѣрны **оптическіе пирометры**, одно время считавшіеся даже наилучшими по простотѣ и скорости способовъ опредѣленія, такъ какъ вся дѣло здѣсь сводится на то, чтобы чрезъ приборъ посмотрѣть на твердый предметъ, накаленный въ испытуемомъ жарѣ, а стѣнки печи и особыя въ нихъ отверстія всегда это допускаютъ.

Такъ какъ прямой опытъ убѣждаетъ въ перемѣнѣ какъ оттѣнковъ (цвѣта), такъ и напряженности (яркости или силы) свѣта по мѣрѣ возвышенія температуры, то оптическіе пирометры основываются на томъ или другомъ изъ этихъ измѣненій. Mesuré et Rouel (изготовляетъ фирма Ducretet въ Парижѣ) основали свой пирометръ (фиг. 15) на

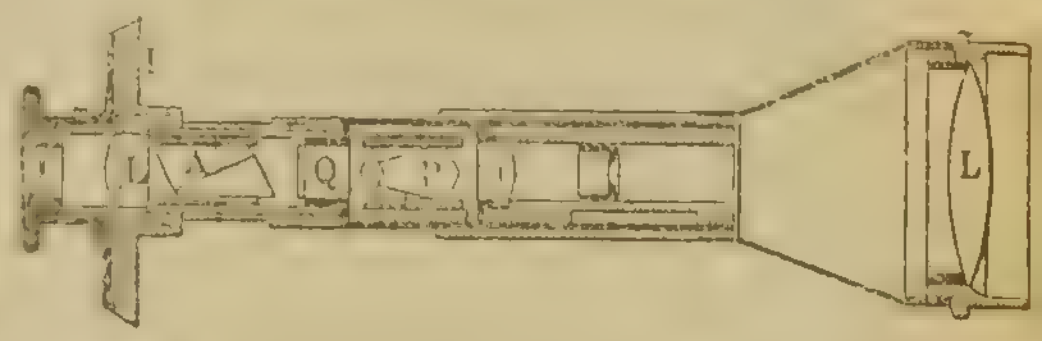


Рис. 15. Разрѣзъ вдоль оптическаго пирометра Мезюре и Руеля, основаннаго на зависимости вращенія плоскости поляризаціи отъ длины волны (цвѣта) лучей свѣта. L и L собирательныя стекла, P поляризаціаторъ (николева призма), Q пластинка кварца (съ плоскостями перпенд. съ осью кристалла и трубы) и A анализаторъ или вращаемая николева призма. Ее вращаютъ, пока покажется переходный цвѣтъ отъ краснаго къ зеленому и по показанію на кругѣ I судятъ о температурѣ, произведя предварительные опыты, показывающіе зависимость t отъ угла поворота.

перемѣнѣ оттѣнковъ свѣта при разныхъ температурахъ накаливаемаго тѣла, исходя изъ того, что Bio указалъ зависимость между вращеніемъ плоскости поляризаціи и длиной волны падающаго свѣта. Способъ этотъ очень простъ и удобенъ, но мало точенъ, тѣмъ болѣе, что чувствительность глаза къ перемѣнамъ оттѣнковъ поляризованнаго свѣта у разныхъ наблюдателей неодинакова и разные предметы, накаленные до одной температуры, даютъ свѣтъ не вполнѣ тождественнаго оттѣнка или заключающій совокупность въ немного измѣняющейся пропорціи лучей свѣта разныхъ цвѣтовъ или длинъ волнъ. Тѣмъ не менѣе, градуируя приборъ по шкалѣ накаленныхъ тѣлъ опредѣленной t (напр. направляя на плавящуюся платину и серебро для t между 1778° и 965°), приборомъ этимъ можно быстро опредѣлять приближенныя величины калильнаго жара, дающаго много свѣта.

Ле-Шателье (1892), какъ не разъ предлагали ранѣе Crova (1878), Симоновъ и др., измѣрялъ высокія температуры, прямо опредѣляя фотометромъ силу свѣта, испускаемаго накаленнымъ тѣломъ, такъ какъ при возвышеніи t напряженность свѣта растетъ гораздо

считаю надобнымъ входить въ эти подробности тѣмъ болѣе, что измѣненіе S съ t недостаточно хорошо извѣстно.

[54] Bistrom нашелъ для *средней* теплоемкости желѣза отъ 0° до 100° 0,1138, до 300° 0,1267, а до 1400° 0,403, что, безъ сомнѣнія, связано съ тѣмъ, что желѣзо при температурахъ около 600° и выше претерпѣваетъ глубокое внутреннее измѣненіе, проявляющееся въ самонакаливаніи (рекалесценціи), съ которою мы познакомимся въ 4-й главѣ.

[55] Віолль для *средней* теплоемкости платины даетъ слѣдующія числа: отъ 0° до 100° 0,0323, отъ 0° до 1000° 0,0377 и отъ 0° до 1177° 0,0388.

быстрѣе, чѣмъ измѣненіе оттѣнковъ или относительнаго количества лучей разныхъ цвѣтовъ. А именно, судя по опытамъ [56], при перемѣнѣ t напряженіе (сила) свѣта I измѣняется слѣдующимъ образомъ:

t	600°	800°	1000°	1200°	1400°
I	0,00008	0,0046	0,078	0,64	3,35

t	1600°	2000°
I	12,9	93,0,

т. е. напр. при переходѣ отъ 800° къ 1600° яркость свѣта возрастаетъ въ 2800 разъ. Для фотометрическаго сравненія служилъ приборъ съ источникомъ (свѣчею) постояннаго свѣта и фотометрическая труба съ вставляемыми (при надобности ослабить силу очень яркаго свѣта) красными стеклами и съ раздвижною щелью. Опредѣленія, произведенныя этимъ путемъ, оказались очень удобными и дающими результаты, согласные съ лучшими другими способами.

Такими лучшими способами опредѣленія высокихъ температуръ должно нынѣ считать, кромѣ газовыхъ термометровъ (см. ранѣе), гальванопирометръ Сименса — по сопротивленію, и термоэлек. пирометръ того же Ле-Шателье. Первый основанъ на увеличеніи сопротивленія (т. е. на уменьшеніи гальванопроводности) платиновой проволоки съ возвышеніемъ ея температуры, а второй — на образованіи гальваническаго термо-тока тѣмъ большей силы, чѣмъ выше разность температуръ спая разнородныхъ (а именно платиновой и платиново-родіевой, содержащей 10% родія) проволокъ и ихъ свободныхъ концовъ. Изслѣдованія Вейнгольда (1873) показали лучшее, чѣмъ для другихъ, ранѣе извѣстныхъ приборовъ, постоянство данныхъ Сименсовскаго пирометра, а Гольборнъ и Винъ (1895), сравнивъ этотъ приборъ съ недавно (1890) явившимся платиново-родіевымъ пирометромъ Ле-Шателье, показали, какъ и многіе другіе изслѣдователи (R. Austen, Bell, Heycock и др.), что опредѣленія, произведенныя съ помощью этого послѣдняго, болѣе постоянны, а главное, абсолютны (безотносительны) и допускаютъ любую точность отчета въ зависимости отъ чувствительности и вывѣрки гальванометра. По этимъ причинамъ за послѣднее время всѣ лучшія изслѣдованія высокихъ температуръ основаны на примѣненіи термо-электрическаго пирометра Ле-Шателье.

Такъ какъ сопротивленіе прохожденію гальв. тока возрастаетъ для обычныхъ металловъ [57] съ температурою довольно быстро и, что всего важнѣе, очень правильно (примѣрно на $^1/_{280}$ для каждаго градуса Цельзія), то естественно было примѣнить эту перемѣну измѣримаго свойства къ опредѣленію перемѣнъ температуры, тѣмъ болѣе, что можно было, установивъ постоянныя точки (напр. 0°, 100° и темпер. кип. сѣры), опредѣлять t и внѣ ихъ предѣловъ, а если сопротивленія опредѣляются точными и чувствительными приборами (съ мостикомъ Витстона или дифференціальнымъ вольтаметромъ, какъ на рис. 17 у Сименса или др. спос.), то можно

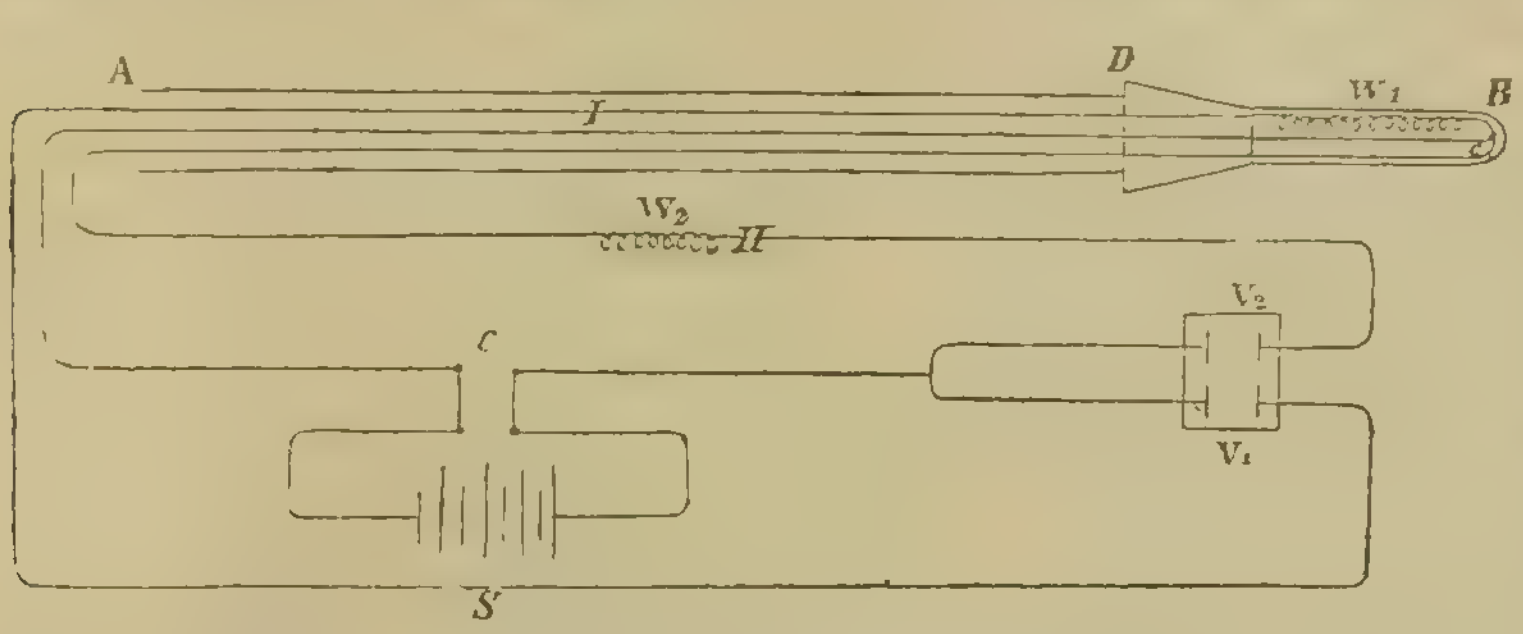


Рис. 16. Схема расположенія частей пирометра Сименса, основаннаго на измѣненіи сопротивленія гальв. току при перемѣнѣ t. ВА пирометръ съ платиновою спиралью W_1 на фарфоровомъ цилиндрѣ S батарея, дающая токъ (С коммутаторъ), проходящій чрезъ платин. спираль W_1, проводникъ I, а затѣмъ въ вольтаметръ V_1, а другая часть тока проходитъ въ С чрезъ добавочную проволоку II и нейзильберовую спираль W_2, сохраняющую свою темпер., во второй вольтаметръ V_2. Если при обык. t сопротивленія были уравнены, то при нагрѣваніи В сопротивленіе въ W_2 возрастетъ и показанія вольтаметровъ V_1 и V_2 позволяютъ узнать t.

---

[56] По общей формулѣ: $I = 10^{6,7} T^{-\frac{3210}{T}}$, гдѣ T есть темпер., а I напряженность свѣта, испускаемаго накаленнымъ тѣломъ, которымъ служили окись желѣза, палладій и платина.

[57] Для обык. твердыхъ металловъ (Ag, Cu,

опредѣленія сдѣлать и весьма точными. Сименсъ примѣнилъ это начало сперва для опредѣленія температуръ на морскихъ глубинахъ, затѣмъ приложилъ его и къ пирометрію, взявъ для этого платиновую проволоку въ видѣ спира-

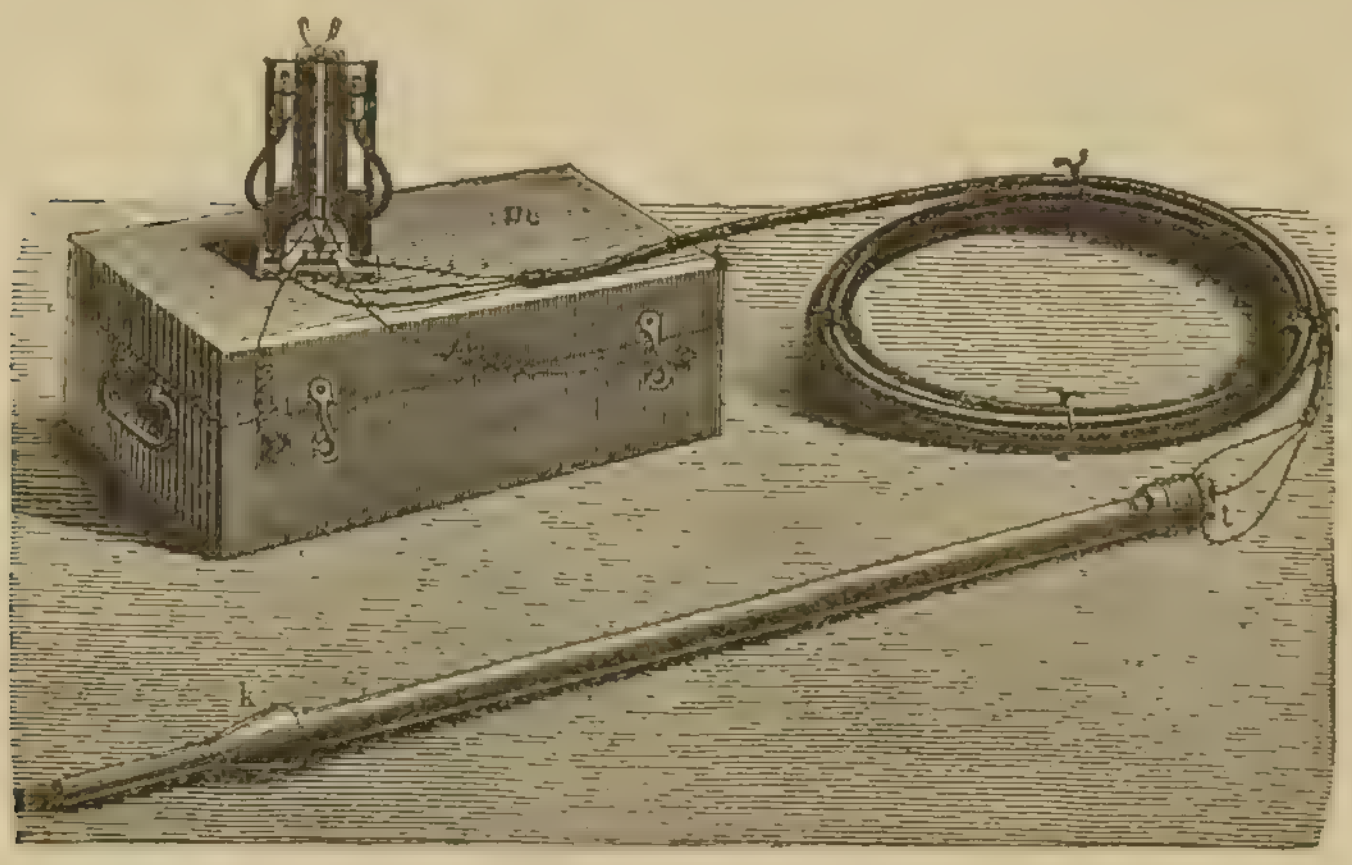


Рис. 17. Общій видъ пирометра Сименса. Въ ящикѣ m гальваническіе элементы (6-ть, Лекланше). Токъ отъ нихъ идетъ въ два вольтаметра и затѣмъ въ самый пирометръ lk, какъ объяснено при предшествующемъ рисункѣ.

ли [58], навитой на фарфоровый (изолирующій) стержень длиною около 120 мм., и опредѣляя разность сопротивленій этой проволоки (какъ при опредѣленныхъ температурахъ, такъ и при испытуемой) и другой, находящейся все время при постоянной температурѣ [59]. Способъ этотъ имѣетъ много достоинствъ, но требуетъ довольно длинной проволоки, что не позволяетъ опредѣлять температуру въ маломъ пространствѣ (напр. къ тиглѣ или въ опред. точкѣ пламени), и даетъ показанія лишь по истеченіи 10—20 минутъ, такъ какъ сперва долженъ накалиться весь толстый конецъ пирометра, одѣваемый желѣзнымъ, платиновымъ или фарфоровымъ футляромъ.

Термо-электрическій пирометръ Ле-Шателье, напротивъ того, даетъ показанія почти моментально, какъ только мѣсто спая платиновой и платиново-родіевой проволокъ вводится въ пространство съ опредѣленной температурой, и такъ какъ при тонкой (примѣрно въ 1 миллим. діаметромъ) проволокѣ спай этотъ представляетъ малый объемъ, то температуру можно опредѣлять въ очень маломъ пространствѣ, напр. въ разныхъ частяхъ пламени горѣлки или въ разныхъ мѣстахъ тигля или печи. Притомъ, судя по прямымъ опытамъ, электровозбудительная (электродвигательная) сила спая не мѣняется ни съ теченіемъ времени, ни послѣ повторенныхъ нагрѣвовъ и охлажденій, такъ что стоитъ разъ по точнымъ электро-измѣрительнымъ способамъ для данной спаянной проволоки измѣрить [60] величину этой силы при раз-

---

Zn, Al, Ni, Bi и др.) сопротивленіе измѣняется, почти какъ объемъ газовъ: $r_t = r_0 (1+0{,}0037t)$, такъ что съ достиженіемъ темпер. —273 (абсолютнаго нуля) уничтожается. Опыты Дьюара и Фицгеральда при темпер. кипящаго кислорода (−186°) это подтверждаютъ.

[58] Съ сопротивленіемъ около 10 сименсовскихъ единицъ.

[59] Но такъ какъ проводники, идущіе отъ платиновой спирали, нагрѣваясь, также измѣняютъ сопротивленіе, то и отъ второй проволоки проводники подвергаются такому же нагрѣванію, чрезъ что и дѣлается поправка. См. рис. 16 и 17.

[60] Въ продажѣ (у Heräus, Matthey и др. фирмъ, занимающихся производствомъ платины, ея сплавовъ и издѣлій) уже существуютъ изученныя спаянныя проволоки Pt—PtRh, такъ что можно прямо пріобрѣтать такую проволоку и примѣнять, пользуясь для опредѣленій гальванометрами Д'Арсонваля или другими, на которыхъ можно прямо имѣть шкалу температуръ, устанавливая нуль сообразно съ температурою свободныхъ концовъ (у гальванометра) проволокъ. Roberts Austen, Griffits и др. для увеличенія чувствительности прибора при выс. темпер. вводятъ въ цѣпь элементы Кларка съ постоянною электровозбудительною силою, что позволяетъ брать очень чувствительные гальванометры, и примѣняютъ фотографическій способъ записи показаній гальванометра (свѣтъ отъ лампы накаливанія падаетъ на зеркало гальванометра и отражается на правильно движущуюся чувствительную фотографическую пластинку, что послѣ проявленія даетъ линію, показывающую измѣненіе температуры по времени). Употребляя гальванометръ надлежащей чувствительности, можно совершенно точно читать по прибору разности температуръ въ сотыхъ доляхъ градуса Цельзія, что, конечно, можетъ найти примѣненіе только въ точныхъ лабораторныхъ изслѣдованіяхъ, а не заводскихъ, гдѣ надо брать болѣе грубые приборы, такъ какъ при высокихъ температурахъ по-

ныхъ t (спая, когда другіе концы при 0°) и выразить ихъ въ микровольтахъ, чтобы затѣмъ, зная показанія гальванометра (также приведенныя къ микровольтамъ), можно было тотчасъ знать ту температуру, которую имѣетъ мѣсто спая.

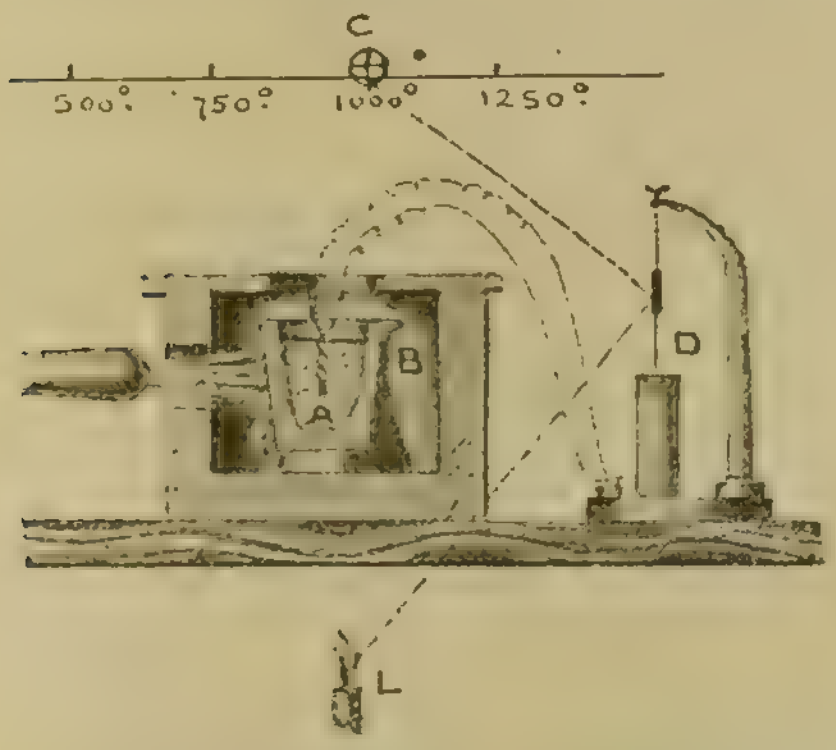


Рис. 18. Схема пользованія термо-электрическимъ пирометромъ (Pt—PtRh) Ле-Шателье при опредѣленіи температуры въ тиглѣ A, нагрѣваемомъ въ печи B. Спай проволокъ Pt и PtRh введенъ въ тигель, а другіе концы проволокъ соединены съ гальванометромъ D. Такъ какъ показанія прибора абсолютны, то прямо по шкалѣ C можно читать температуру, пользуясь зеркаломъ гальванометра и свѣтомъ отъ L.

Вводя его въ печь или вообще въ пространство съ высокою температурою, конечно, слѣдуетъ не только изолировать проволоки (пропустивъ ихъ чрезъ тонкія трубочки, фарфоровыя или изъ трубочной глины), но и самый спай окружить фарфоровымъ или инымъ легкимъ, но неизмѣняющимся въ жару колпачкомъ, потому что отъ золы и угля проволока даже платины можетъ портиться, но при этой простой предосторожности наблюденія съ данною проволокою даютъ всегда тождественныя показанія — до температуръ, близкихъ къ 1700°, когда платина блпзится къ своей температурѣ плавленія. Тѣмъ же путемъ можно пользоваться и для опредѣленія очень низкихъ температуръ.

Этимъ путемъ изучены за послѣдніе годы многія явленія при высокихъ температурахъ, и такъ какъ въ промышленности (помимо электрическихъ печей, гдѣ t еще выше) температуры обыкновенно ниже 1600° (напр. при плавкѣ стали 1400°—1500°, сплавъ 75Fe съ 25Ni 1460°, при варкѣ стекла и обжигѣ фарфора 1300°—1400°, въ кирпичныхъ печахъ Гофмана 1100° и т. д.),

---

стоянства показаній очень трудно достичь даже въ 5°—10°. На металлургическихъ заводахъ, напр. для того, чтобы слѣдить за температурою горячаго воздуха, вдуваемаго въ домны, уже стали много примѣнять пирометровъ этого рода и при нихъ ввели регистрацію (постоянную запись фотографическимъ способомъ). Чтобы показать измѣненіе электровозбудительной силы съ t спая (считая свободные концы при 0°), привожу данныя для термо-элемента, которымъ пользовались Holborn und Wien:

100°	400°	800°	1200°	1600°	
565	3030	6970	11460	16220	микровольтъ.

Для проволоки, имѣющейся въ русской Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ:

400°	600°	800°	1000°	1200°	1400°	
3,56	5,70	7,91	10,21	12,79	15,29	миллевольтъ.

Измѣненія электровозбудительной силы столь правильны и плавны, что интерполировать (опредѣлять промежуточныя t) легко графически или по разсчету и даже экполировать (опредѣлять t внѣ предѣловъ предварительныхъ опытовъ). Гольборнъ и Випъ примѣняютъ для интерполяціи формулу: $t=e(a+be+ce^2)$, а Гальманъ (1895) нашелъ, что достаточно 2 параметра, если опредѣлять: $e=A \log t+B$, что позволяетъ дѣлать выводъ по наблюденію при двухъ температурахъ, напр. въ парахъ сѣры и при плавленіи серебра.

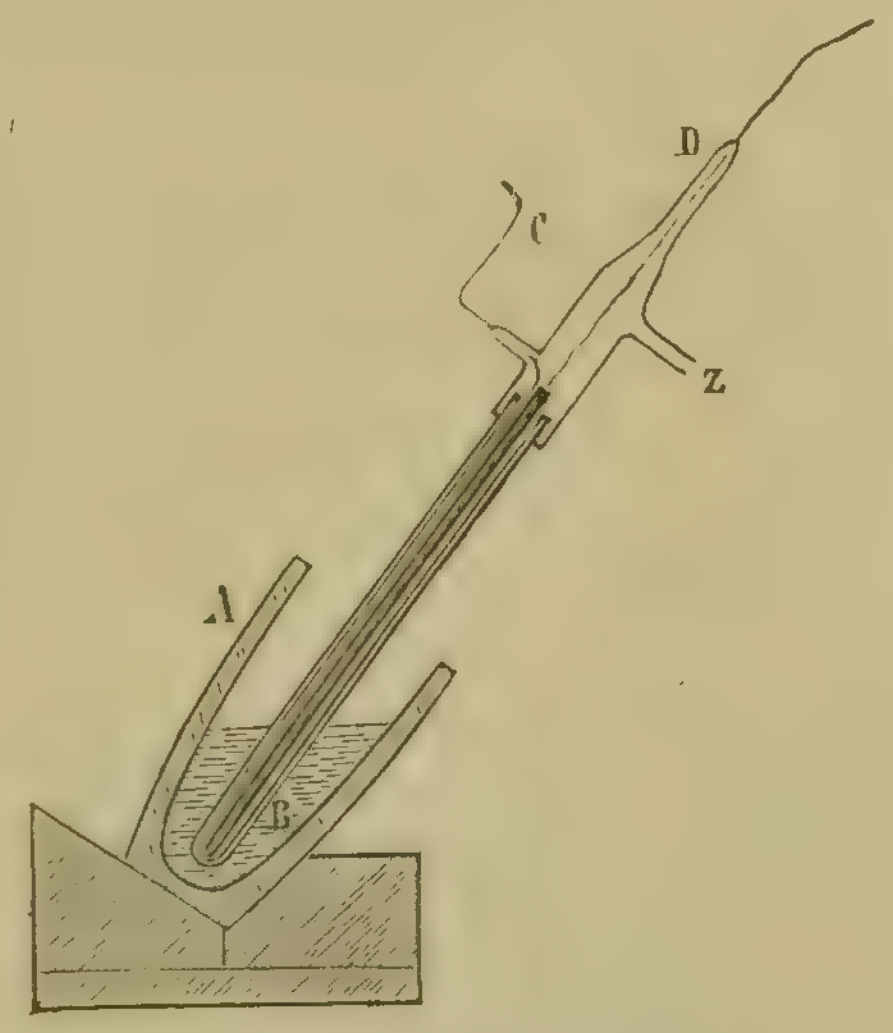


Рис. 19. Способъ примѣненія термо-электрическаго пирометра Ле-Шателье для опредѣленія температуры плавленія металла, расплавленнаго въ тиглѣ A и медленно въ печи охлаждающагося, когда спай проволокъ (окруженный глиняною трубкою) B погруженъ въ металлъ, а концы проволокъ C и D соединены съ гальванометромъ (какъ на рис. 18). Пока металлъ жидокъ, показанія гальванометра измѣняются, а въ моментъ застыванія движеніе стрѣлки останавливается, почему и можно судить о t плавленія съ большою точностью.

то примѣненіе пирометра Ле-Шателье обѣщаетъ весьма важные результаты для раціональнаго веденія многихъ про-

изводствъ, требующихъ опредѣленныхъ высокихъ температуръ [61].

§ 10. Свѣдѣнія объ углеродистомъ топливѣ не могутъ быть полными, если упустить изъ виду тѣ измѣненія, которымъ оно подвергается прежде, чѣмъ сгораетъ, а именно, накаливаясь, разлагается на углистый остатокъ и летучую часть, образующую пламя. Это послѣднее горитъ, совершенно какъ горятъ пары горючихъ веществъ или какъ горятъ газы, а угольный остатокъ самъ по себѣ сгораетъ, прямо переходя въ газообразные продукты горѣнія: CO^2 или CO. Этой двойственности въ горѣніи нѣтъ только для настоящаго угля (кокса и антрацита), уже лишившагося летучихъ началъ, и для газообразныхъ видовъ топлива, обыкновенные же виды природнаго топлива (дерево, торфъ и к. уголь) всегда представляютъ эту двойственность горѣнія: пламя и уголь, что кладетъ свой отпечатокъ на все ихъ примѣненіе въ топкѣ, потому что свѣжее топливо, прежде чѣмъ горитъ, подвергается распаденію. Дерево, торфъ и даже каменные угли уже при нагрѣваніи до 150° выдѣляютъ воду, горючіе пары и газы, но полное разложеніе тогда еще не совершается, изъ топлива остается не уголь, а вещество имъ болѣе богатое, чѣмъ вначалѣ, но еще способное при дальнѣйшемъ накаливаніи давать новое количество воды и горючихъ летучихъ продуктовъ, что и носитъ названіе **сухой перегонки** [1], которую лучше было бы назвать распадомъ топлива [1 bis]. Окончательные нелетучіе продукты этого разложенія, т. е. уголь изъ дерева или коксъ изъ к. угля, сами служатъ видами топлива, которые мы вскорѣ (§§ 14 и 15) будемъ особо разсматривать, теперь же остановимся на летучихъ продуктахъ этого распаденія топлива [2].

---

[61] Здѣсь особо важно то обстоятельство, что описываемый пирометръ такъ же простъ, по своему существу и примѣненію, какъ и обыкновенные термометры, а потому пользоваться имъ легко, и надо думать, что въ недалекомъ будущемъ приборъ этотъ будетъ продаваться, какъ обыкновенные термометры, повсюду и найдетъ примѣненіе вездѣ, гдѣ раціонально относятся къ полученію высокихъ температуръ и расходу топлива. Наука, особенно изученіе сплавовъ (Аустенъ, Гриффитсъ, Осмондъ, Готье, Ле-Шателье и др.), уже многое пріобрѣла, пользуясь термоэлектрическимъ пирометромъ, до котораго часто нельзя было ручаться за степень точности большинства опредѣленій выше 350°.

[1] Названіе это (переводъ destillation sèche, Trockene Destillation) какъ бы показываетъ, что летучіе продукты разложенія уже въ готовомъ видѣ содержатся въ топливѣ, чего, конечно, въ дѣйствительности нѣтъ. Тѣмъ не менѣе нѣ-

что къ этому близкое существуетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр. даже въ такъ называемыхъ жирныхъ угляхъ и смолистыхъ видахъ торфа, потому что растворители, подобные эфиру, хлороформу, фенолу, сѣрнистому углероду [2] и др., способны извлекать изъ нихъ смолы, отчасти сходныя съ тѣми, какія получаются изъ нихъ при сухой перегонкѣ. Когда перегоняютъ такъ называемый осмолъ (т. е. сосновые стволы и корни, пропитанные живицею), получаютъ деготь, въ которомъ содержатся (отчасти измѣненные жаромъ) та канифоль и тотъ скипидаръ, которые можно соотвѣтственными растворителями извлечь изъ осмола. Довольно убѣдительнымъ доказательствомъ того, что такое совпаденіе содержанія нѣк. веществъ въ естественномъ топливѣ и его продуктахъ сухой перегонки есть дѣло второстепенное, глубоко отличное отъ сущности самаго разложенія, служитъ то обстоятельство, показанное Малеромъ, что сумма тепла, развивающагося при сожиганіи продуктовъ сухой перегонки, не равна теплу, развиваемому самимъ топливомъ, а менѣе его, то-есть при сухой перегонкѣ «теряется» или выдѣляется нѣкот. количество тепла.

[1 bis] Англичане нынѣ чаще всего называютъ сухую перегонку destructive destillation, т. е. разрушительною, что лучше выражаетъ сущность дѣла.

[2] На каменные угли можно въ настоящее время смотрѣть двояко: 1) или какъ на механическую смѣсь болѣе или менѣе разложенныхъ составныхъ началъ растеній съ углемъ, уже образовавшимся изъ части вещества; 2) или же какъ на особый продуктъ измѣненія древесины, подобный карамели или ульминовымъ веществамъ, происходящимъ изъ сахара и способнымъ лишь при дальнѣйшемъ измѣненіи мало-по-малу переходить въ настоящій уголь. Въ послѣднемъ случаѣ чистаго «угля» въ составѣ каменныхъ углей не признаютъ и ихъ разложеніе при сухой перегонкѣ должно уподобить обычнымъ видамъ разложенія, напр. бензойной кисл. на бензолъ и углекислоту или клѣтчатки на сумму продуктовъ ея сухой перегонки и уголь. По первому представленію въ каменномъ углѣ есть уже часть свободнаго углерода въ видѣ угля, смѣшаннаго съ разными другими веществами, а по второму еще нѣтъ, т. е. уголь и коксъ суть только извѣстныя ступени (фазисы) химическаго измѣненія. Для практическихъ вопросовъ заводскаго дѣла эти различія воззрѣній имѣютъ значеніе лишь для пониманія коксованія. При первомъ изъ упомянутыхъ представленій спеканіе кокса объ-

Происходя при обык. температурѣ въ растительномъ процессѣ, органическія вещества топлива содержатъ элементы (углеродъ, водородъ, кислородъ и азотъ), способные при накаливаніи распредѣляться совершенно иначе, чѣмъ при об. темпер., на основаніи имъ присущихъ сродствъ, и по преобладающимъ склонностямъ ихъ происходитъ образованіе такихъ болѣе просто составленныхъ соединеній, какъ вода, амміакъ и углеводороды. Это и совершается при сухой перегонкѣ, при которой всегда образуется вода на счетъ содержащихся въ топливѣ кислорода и водорода [3]. Но такъ какъ въ самомъ исходномъ продуктѣ растеній, клѣтчаткѣ, несомнѣнно содержится водородъ, отчасти связанный съ кислородомъ, отчасти съ углеродомъ [4], то и понятно, что изъ дерева и всѣхъ другихъ видовъ природнаго топлива, изъ него (или вообще изъ растеній) происходящихъ, часть водорода выдѣляется въ соединеніи съ кислородомъ, а часть съ углеродомъ (въ видѣ углеводородовъ, напр. CH^4, C^2H^4, C^6H^6, смолъ и т. п.), или же съ ними обоими въ видѣ болѣе стойкихъ кислородныхъ соединеній, каковы, напр., уксусная кислота $C^2H^4O^2$, древесный (метиловый) спиртъ CH^4O, фенолъ C^6H^6O и т. п. Такимъ образомъ, главную массу летучихъ продуктовъ сухой перегонки образуютъ: вода, углеводороды и кислородные продукты углеводородовъ. Образованіе при этомъ самого газообразнаго водорода понятно уже потому, что многіе богатые водородомъ углеводороды способны при накаливаніи распадаться съ образованіемъ водорода [5]. Происхожденіе при сухой пе-

---

ясняютъ (Wedding и др.) тѣмъ, что предполагаютъ разложеніе только въ массѣ смолы, пропитывающей уголь, и допускаютъ, что эта подмѣсь предъ разложеніемъ плавится и улетучивается, а когда разлагается, даетъ частицы угля, осѣдающія на заранѣе имѣющихся такихъ же частицахъ, что и ведетъ къ ихъ спеканію или взаимной связи. По второму же представленію, черное вещество жирныхъ углей само размягчается въ жару, и тогда въ мягкомъ состояніи отдѣльные куски сливаются, а затѣмъ происходитъ разложеніе съ образованіемъ неплавкаго кокса. Въ пользу этого послѣдняго представленія (Reinsch, Luzi и др.) отчасти говорятъ опыты надъ дѣйствіемъ различныхъ растворителей и реагентовъ на разные виды углей. Уже давно извѣстно (de-Marsilly и др.), что хлороформъ, эфиръ и т. п. растворители извлекаютъ изъ жирныхъ к. углей нѣк. колич. смолистыхъ началъ, а Watson Smith (1894) изъ одного японскаго к. угля (изъ копей Miike) извлекъ около 10% вещ. растворимаго въ бензолѣ. Кипятя порошокъ к. угля съ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали, Reinsch (1885) извлекъ значительное колич. (до 15%) вещества, которое по выдѣленіи кислотами и промывкѣ водой представляетъ сѣробурую упругую и въ водѣ разбухающую массу, которая, вѣроятно, содержится во всѣхъ угляхъ.

[3] Чтобы составить отчетливое представленіе о ходѣ разложенія, совершающагося при сухой перегонкѣ, возьмемъ примѣръ газоваго каменнаго угля, дающаго при накаливаніи безъ доступа воздуха 4 продукта, различающихся между собою и другъ отъ друга отдѣляющихся вслѣдствіе различія свойствъ и состояній: 1) коксъ, 2) водянистая жидкость, 3) деготь и 4) газъ. Составъ этого послѣдняго (въ очищен. видѣ) по вѣсу около: 60%CH^4; 9%CO; 20%C^2H^4; 3%N^2 и 8%H^2. Изъ 100 кил. к. угля происходятъ около: 20 к. газа, 65 к. кокса, 5 к. дегтя и 10 к. водянаго раствора, содержащаго около 0,1 к. амміака. Въ общихъ чертахъ (не считая распредѣленія сѣры) элементы распредѣляются въ этихъ продуктахъ такъ:

Килограммы.	C	H	N	O	Золы.
20 газа	13,3	5,0	0,6	1,1	—
65 кокса	56,9	0,2	0,2	0,7	7,0
5 дегтя	4,6	0,2	0,1	0,1	—
10 вод. раств.	0,2	1,0	0,4	8,4	—
100 к. угля . . .	75,0	6,4	1,3	10,3	7,0

Сумма выражаетъ (конечно, лишь приближенный) составъ (съ влажностію) газоваго угля. Отсюда видно, что, помимо воды, главная масса водорода выдѣляется въ газъ, азотъ же распредѣляется на всѣ продукты, а углеродъ скопляется преимущественно въ коксѣ или твердомъ угольномъ остаткѣ. Нѣчто подобное этому происходитъ и при всѣхъ иныхъ видахъ сухой перегонки топлива: главная масса углерода остается въ нелетучемъ остаткѣ, а масса водорода и кислорода входитъ въ газообразные и жидкіе летучіе продукты.

[4] Клѣтчатка $C^6H^{10}O^5$, подобно крахмалу, способна переходить въ глюкозу $C^6H^{12}O^6$, а глюкозы (не останавливаясь надъ изомеріею, здѣсь многочисленною) относятся къ манниту (или вообще къ гексозамъ) $C^6H^{14}O^6$, какъ алдегиды, поэтому въ глюкозѣ изъ 6-ти водныхъ остатковъ, которые надо предполагать въ маннитѣ, остается только 4, а въ клѣтчаткѣ, судя по тому, что она даетъ тринитроклѣтчатку (пироксилинъ), остается только три такихъ остатка, что заставляетъ считать въ клѣтчаткѣ часть водорода въ видѣ водныхъ остатковъ (т. е. въ окисленномъ состояніи, какъ въ водѣ), а другую въ видѣ углеводородныхъ остатковъ (какъ въ болотномъ газѣ). Химическія сужденія о распредѣленіи элементовъ (или о «строеніи») освѣщаютъ темную область химическихъ измѣненій и несомнѣнно полезны для яснаго представленія многихъ техническихъ процессовъ.

[5] И также изъ воздѣйствія накаленнаго угля на воду, что подробнѣе въ § 19.

регонкѣ окиси углерода и углекислаго газа также опредѣляется предшествующими основными явленіями, п. ч. напр. уксусная кислота не только по составу, но и по всѣмъ химическимъ отношеніямъ есть сочетаніе болотнаго газа съ углекислымъ: $C^2H^4O^2 = CH^4 + CO^2$, а окись углерода вмѣстѣ съ водородомъ и углекислотою образуется при сухой перегонкѣ, между прочимъ, вслѣдствіе воздѣйствія накаленнаго угольнаго остатка на водяные пары (§ 19). Азотъ, котораго, какъ мы видѣли, въ топливѣ мало, образуетъ при накаливаніи отчасти аміакъ (и его соли), отчасти синеродистыя соединенія, частію выдѣляется въ видѣ газа, а частію остается въ коксѣ или углѣ. Совокупность этихъ сложныхъ процессовъ ведетъ къ тому, что при сухой перегонкѣ происходитъ множество разнообразныхъ летучихъ продуктовъ и они разнообразятся не только при сухой перегонкѣ разныхъ видовъ топлива, но и при различіи температуры, быстроты нагрѣванія, количества влажности и т. п. обстоятельствъ. Продукты эти горятъ вслѣдствіе того, что въ нихъ преобладаютъ углеводородныя горючія вещества, что и совершается въ пламени при всякомъ горѣніи естественныхъ видовъ топлива.

Горѣніе этихъ летучихъ продуктовъ разложенія (въ видѣ паровъ и газовъ) производитъ пламя, а потому оно образуется изъ всякихъ видовъ топлива, способныхъ подвергаться сухой перегонкѣ. Древесный же уголь и коксъ, какъ нелетучіе остатки отъ этого разложенія, горятъ—при достаточномъ избыткѣ кислорода — уже безъ пламени. Но и помимо непосредственнаго горѣнія, летучіе продукты сухой перегонки дерева (особенно газъ, деготь, варъ, уксусная кислота и древесный спиртъ), торфа (газъ, деготь, фотогенъ, парафинъ) и каменныхъ углей (свѣтильный газъ, каменноугольные деготь и смола, бензолъ, нафталинъ, антраценъ, фенолъ или карболовая кислота и др.) имѣютъ разнородное приложеніе въ промышленности, такъ что этому предмету мы посвящаемъ во 2-мъ томѣ особую главу.

Летучіе продукты сухой перегонки видовъ топлива сами въ жару измѣняются, а приходя въ прикосновеніе съ недостаточнымъ для новаго горѣнія количествомъ кислорода воздуха, измѣненія этого рода совершаются еще легче, и въ результатѣ такихъ измѣненій обыкновенно будутъ уголь, ацетиленъ, CO^2, CO и др. наиболѣе стойкія (мало измѣнчивыя въ жару) вещества, что и даетъ видимый черный дымъ. Топливо, подобное древесному углю, не дающее продуктовъ сухой перегонки, не образуетъ и видимаго дыма. Поэтому его происхожденіе (см. гл. 2, § 23) тѣсно связано съ образованіемъ продуктовъ сухой перегонки.

Познакомившись съ важнѣйшими данными о топливѣ вообще, мы обратимся теперь къ краткому описанію практически примѣнимыхъ важнѣйшихъ видовъ топлива, раздѣляя ихъ на 5 главныхъ группъ: 1) природные виды твердаго топлива: дерево, торфъ и каменные угли, считая съ ними и бурый уголь, лигнитъ и антрацитъ; 2) обугленные виды топлива: древесный уголь и коксъ; 3) искусственные: брикеты и пылевидные виды топлива; 4) жидкіе и 5) газообразные виды топлива.

§ 11. **Дерево.** Какъ первый и естественный видъ топлива, дерево и по сихъ поръ имѣетъ весьма важное значеніе для промышленныхъ цѣлей, особенно же тамъ, гдѣ есть еще лѣса, а нѣтъ вблизи минеральнаго топлива или оно не вырабатывается, то-есть тамъ, гдѣ промышленность только начинается. Такъ, во всей сѣверной и сѣверо-восточной Россіи, гдѣ еще изобилуютъ лѣса, древесное топливо по дешевизнѣ своей добычи и заготовки [1] еще долго

[1] Въ самыхъ благопріятнѣйшихъ условіяхъ вырубка кубической сажени, т. е. около 250—300 пуд. дровъ, не можетъ обходиться дешевле 1 р., и если на вывозку до близкаго завода, земельную ренту и присмотръ положить съ кубика только $1^1/_2$ р., то пудъ дровъ обойдется около 1 коп. Этой крайней цѣнности достигаютъ дрова только въ немногихъ мѣстностяхъ сѣверной и сѣверо-восточной Россіи. Въ окрестностяхъ Петербурга куб. сажень хорошихъ дровъ стоитъ уже не менѣе 10 — 15 р., т. е. пудъ около 4—6 коп. Около Москвы цѣна кубика уже достигаетъ 25—35 р., или пудъ 10—14 к. На югѣ Россіи, во Франціи и т. п. краяхъ, въ среднемъ, она еще выше. А такъ какъ пудъ кам. угля хорошаго качества замѣняется, примѣрно, $2^1/_2$ — 3-мя пудами дровъ, цѣну же пуда к. угля надо принимать на мѣстахъ добычи

должно играть первостепенную роль. Такъ какъ хорошій средній естественный приростъ лѣсовъ въ годъ съ десятины долженъ принести около 200 пуд. и такъ какъ въ лѣсныхъ мѣстностяхъ на каждаго жителя идетъ въ годъ не менѣе 70 пуд. лѣса для домашнихъ потребностей (на отопленіе, постройку и подѣлки), то очевидно, что, если на каждаго жителя въ данной мѣстности приходится менѣе $^1/_3$ десятины лѣса — на промышленныя потребности дровъ не будетъ доставать, они будутъ уже дороги, и явится надобность въ минеральномъ топливѣ (куда слѣдуетъ относить и торфъ) [1 bis]. Въ центральныхъ губерніяхъ Россіи [2] на жителя приходится въ среднемъ всей земли около 3 десятинъ, а лѣсовъ около 30%, слѣдовательно здѣсь, какъ и видимъ, лѣсъ долженъ дорожать и на его счетъ уже нельзя основать промышленнаго развитія. На югѣ же Россіи, на Кавказѣ и въ Средне-Азіатск. обл. лѣсовъ вообще очень мало, а потому тамъ даже въ домашнемъ обиходѣ нерѣдко приходится обходить древесное топливо [3], а потому тамъ-то неизбѣжно наиболѣе широкое общее примѣненіе каменнаго

около 5—7 к., доставку же на 100 верстъ по желѣзнымъ дорогамъ не менѣе 1 к., по водѣ около $^1/_2$ к., то и очевидно, что, основывая заводъ или фабрику даже въ лѣсныхъ мѣстностяхъ, можно и должно произвести разсчетъ, показывающій, выгодно ли пользоваться для топки дровами, или слѣдуетъ обратиться къ другимъ видамъ топлива. Для облегченія подобныхъ разсчетовъ въ § 20 дана сводка необходимыхъ свѣдѣній о всѣхъ важнѣйшихъ видахъ топлива.

[1 bis] Въ безлѣсныхъ степяхъ умѣютъ обходиться почти безъ лѣса, топятъ травой, навозомъ и т. п. Промышленность замѣнила уже во многомъ лѣсъ камнемъ, желѣзомъ, стекломъ, глиной и т. п. Вообще, лѣсъ можно замѣнять, и, безъ сомнѣнія, придетъ время, когда повсюду потребленіе лѣса сильно сократится противу современнаго и лѣсъ станетъ скорѣе украшеніемъ, чѣмъ необходимостью, какую онъ составляетъ въ первичномъ состояніи. Поэтому, въ отношеніи къ вопросу о лѣсосохраненіи должно держаться разумныхъ началъ, хотя несомнѣнно, что истребленіе лѣсовъ можетъ быть очень неразумнымъ, особенно въ отношеніи къ источникамъ воды и климату.

[2] См. таблицу, помѣщенную на стр. 34, столб. 7.

[3] Извѣстно, что солома, камышъ и вообще травы и кусты, а также кизякъ (сухой навозъ) въ степныхъ нашихъ краяхъ составляютъ обычное топливо, на которомъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ основываютъ даже заводское отопленіе, конечно, въ малыхъ размѣрахъ. Для того, чтобы ориентироваться въ отношеніи къ этимъ видамъ топлива, приводимъ нѣкот. свѣдѣнія о соломѣ, руководясь данными (1890 г), найденными Н. А. Рѣзцовымъ, и замѣтивъ предварительно, что сухой степной климатъ позволяетъ сильно высушивать эти роды топлива, содержащіе въ естественномъ состояніи много влаги. Рѣзцовъ собралъ въ Воронежской губерніи (Бобровскаго и Новохоперскаго уѣздовъ) въ два года средніе образцы соломы: I льна, II озимой пшеницы, III яровой пш., IV озимой ржи, V проса, VI овса, VII ячменя и VIII гречихи и дов. подробно изслѣдовалъ ихъ въ лабор. Технологическаго института. Для анализа сушеніе производилось при 110°, а опредѣленіе естественной влаги показало ея содержаніе отъ 6 до 12% (однообразно для всѣхъ видовъ соломы) въ зависимости отъ сухости комнаты и временъ года, но при сохраненіи въ пространствѣ, насыщенномъ водянымъ паромъ, оказалось, что менѣе всего (до 40%) влаги поглощаетъ I, а болѣе всего (до 120%) V, VI и VII. Удѣльный вѣсъ (опредѣлялся послѣ выкипяченія воздуха) у всѣхъ почти такой же: 1,62—1,69. Вѣсъ куб. дециметра нарѣзанной (длина 3 мм.) соломы въ граммахъ: I 118; II 86; III 88; VI 68; VII 74 и VIII 88 гр. Составъ въ высушенномъ (110°) видѣ:

	c	*h*	*n*	*o*	*зол.*
I	47,6	5,8	0,6	42,6	3,3
II	46,1	5,6	0,4	43,7	4,1
III	45,8	5,6	0,5	43,2	4,9
IV	45,8	5,7	0,5	44,4	3,5
V	44,6	5,3	0,9	43,3	5,9
VI	44,3	5,2	0,4	42,9	7,2
VII	42,8	5,3	0,9	44,5	6,5
VIII	42,0	5,2	0,5	45,1	7,2

(Считаю не излишнимъ обратить вниманіе на то, что въ послѣднихъ анализахъ оказался рѣдкій для топлива случай: содержаніе кислорода болѣе, чѣмъ $8h$, т. е. болѣе, чѣмъ въ клѣтчаткѣ, а для VII и VIII болѣе, чѣмъ содержаніе углерода. Если это оправдается при новыхъ изслѣдованіяхъ, то надо будетъ искать въ этихъ видахъ соломы какихъ то сильно окисленныхъ веществъ). Взявъ среднее для I—IV, находимъ по (M)Q=4325, а для V—VIII Q = 3950. Отсюда видно, что совершенно сухая солома представляетъ топливо по достоинству немного ниже сух. дерева. Если же допустить, какъ бываетъ въ практикѣ при топкѣ соломой изъ ометовъ, около 40% влажности, то Q отъ 2600 до 2350 ед. тепла, а Q′ (вода въ парахъ) только отъ 2180 до 1940, т. е. (§ 20) 1 часть такой (съ 40% влаги) соломы при сожиганіи можетъ испарять не болѣе $2^1/_2$ ч. воды (взявъ ее при 0° и получая пары 100°), такъ что вѣсъ несушеной соломы, нужной для топки паровика, можно считать вдвое большимъ, чѣмъ дровъ, но воздушно сухая (съ 10% влаги) солома (Q′ около 3500) не уступитъ дровамъ въ обычной степени ихъ сухости. По этой причинѣ, такъ какъ солома есть побочный продуктъ текущей полевой культуры, то тамъ, гдѣ она не идетъ

угля (торфа тамъ почти нѣтъ) для промышленныхъ цѣлей. Но и тамъ, гдѣ лѣсовъ уже мало и пользуются мине-

ни на кормъ скоту, ни на возвратъ почвѣ навознаго удобренія, она въ высушенномъ видѣ можетъ служить отличнымъ топливомъ, объемистость котораго не можетъ служить къ тому препятствіемъ, хотя и должна быть принята во вниманіе. Лучше всего, повидимому, примѣнять ее по пріемамъ, описываемымъ въ §§ 16 и 19.

Кизякъ (формованный и высушенный навозъ), лузга (шелуха гречишныхъ, подсолнечныхъ и т. под. сѣмянъ и орѣховъ), опавшіе листья деревъ, болотный мохъ, шишки и хвоя, тростникъ, остатки красильныхъ деревъ, кострика (отбросы при полученіи пеньки и льна) и множество тому подобныхъ отбросовъ растительныхъ продуктовъ и заводской ихъ обработки по своему составу мало чѣмъ отличаются отъ соломы, а потому въ хорошо высушенномъ состояніи представляютъ прекрасные виды топлива, тѣмъ болѣе, что, въ отличіе отъ соломы, часто не примѣнимы для прямыхъ сельскохозяйственныхъ цѣлей. Отбросы хлопка (сѣмя и шелуха), если не перерабатываются на хлопковое масло (имѣющее обширное приложеніе, даже въ пищу) и тому подобныя вещества, содержащія растительныя масла, представляютъ еще болѣе высокое достоинство, какъ топливо. Для всѣхъ подобныхъ видовъ топлива лучшіе способы приложенія состоятъ въ превращеніи или въ газы (§ 19), или въ столь мелкія отдѣльности, чтобы ихъ могла уносить струя воздуха (см. § 16), и въ этомъ видѣ они всѣ имѣютъ большую будущность. Въ ней, безъ всякаго сомнѣнія, найдутся такія быстро развивающіяся кустарныя и травянистыя одно- или многолѣтнія растенія, которыя произростаютъ на почвахъ, негодныхъ для хлѣбной и кормовой культуры (какъ саксаулъ среднеазіатскихъ степей), и это можетъ дать изобильное топливо — даже для заводскихъ дѣлъ, такъ какъ на годовой приростъ въ 100—200 пудовъ съ десятины разсчитывать всегда возможно. Лѣсъ, какъ топливо, примѣняемое въ видѣ дровъ, имѣетъ тотъ недостатокъ, что требуетъ не только особой почвы для выгоднаго произростанія, но и долгаго ухода, то есть затраты земли и денежнаго капитала. Травы, какъ топливо, въ этомъ отношеніи гораздо лучше, а приростъ отнюдь не меньше, если сдѣлать правильный выборъ, такъ какъ нѣкоторыя трав. растенія (высокоствольныя), какъ виды конопли, чертополоха и т. п., даютъ съ десятины до 500 пудовъ. Крестьяне въ нѣк. центральныхъ губерніяхъ держатся на своихъ надѣлахъ раціональной системы добычи топлива, оставляя для него негодныя подъ хлѣба и травы земли и давая на нихъ выростать быстро развивающемуся черному ольшняку, который въ 3—4 года даетъ уже съ десятины около 1000 пуд. топлива. Дровяное топливо, въ его обычномъ у насъ видѣ, говоря вообще, можетъ держаться въ примѣненіи только въ переходныя эпохи и въ будущности обречено прекращенію и замѣнѣ другими болѣе выгодными способами. Деревья станутъ разводить въ будущемъ или для плодовъ, или для подѣ-

рал. горючимъ, древесное топливо продолжаетъ играть нѣкоторую роль въ промышленности, служа, напр., для растопки, что основывается на быстромъ воспламененіи дерева, сравнительно съ к. углемъ, коксомъ и антрацитомъ. Въ Россіи, взятой въ цѣломъ, промышленность еще сильно пользуется дровами [4] и они еще во многихъ мѣстностяхъ составляютъ исходное топливо, а потому мы особо остановимся на свойствахъ этого вида топлива [5], тѣмъ болѣе, что у насъ на сѣверѣ и востокѣ есть мѣстности, еще столь изобильныя лѣсами, что одинъ ихъ годовой приростъ можетъ служить для широкаго промышленнаго примѣненія (см. § 14).

Стволъ, вѣтви и корни деревъ представляютъ нѣкоторую разность состава, не говоря уже о количествѣ воды въ свѣжемъ состояніи, которое для свѣжихъ (молодыхъ, тонкихъ) вѣтвей до-

локъ, или для тѣни и украшенія, какъ это и есть уже въ Англіи, Японіи и части Китая.

[4] Собраніе существующихъ статистическихъ данныхъ о промышленномъ пользованіи разными видами топлива сведено Гулишамбаровымъ для 1892 г. въ слѣдующую таблицу, причемъ мы считаемъ вѣсъ кубической сажени дровъ 300 п. (что справедливо только для лучшихъ сосновыхъ, для еловыхъ дровъ надо взять около 250, а березовыя, напр., вѣсятъ около 360 пуд.):

Милліоны пудъ. 1892 г.	Дрова.	Каменный уголь.	Торфъ.	Нефтяные остатки.
Фабрики. . . .	756	256	78	48
Горные заводы.	267	120	7	15
Жел. дороги. .	186	101	3	24
Рѣч. пароходы .	64	19	—	38
Всего . .	1273	496	88	125

Считая (§ 20), что 100 п. каменнаго угля замѣняются 210 п. дровъ, 160 п. торфа и 72 п. нефт. остатковъ, получимъ общее потребленіе топлива, зарегистрированнаго для промышленности, около 1330 милл. въ годъ кам. угля, что отвѣчаетъ примѣрно $9^1/_2$ милл. куб. саж. дровъ, и надо полагать, что въ дѣйствительности, особенно нынѣ, потребляется болѣе этого. Общую цѣнность этого (въ Россіи для промышленности идущаго въ годъ) топлива нынѣ нельзя считать менѣе 200 милл. рублей.

[5] Мы коснемся только тѣхъ свойствъ дерева, которыя имѣютъ отношеніе къ примѣненію его въ топливо. Другія драгоцѣнныя свойства дерева, какъ строительнаго и подѣлочнаго матеріала, вовсе здѣсь не разсматриваются.

ходитъ до 65%, а для ствола даже въ свѣжемъ состояніи не превосходитъ у дуба и березы 30—35%, а у сосны и ели 40—45%. Въ сухомъ видѣ листья и концы (мочки) корней содержатъ (Biolettъ) около $c=45$, $h=5—7$, золы 5—7%, въ нихъ наименьше углерода противу всѣхъ другихъ частей дерева, но золы (и азота) наиболѣе. Кора мелкихъ вѣтвей богаче древесины углеродомъ (до 53%), но кора ствола содержитъ менѣе углерода (46—47%) и болѣе золы (2 — 3%), чѣмъ древесина, составъ которой даже въ корняхъ совершенно почти тождественъ по всей длинѣ дерева и его корней и во всю ихъ толщину. Мало того, высушенная древесина всякихъ обычныхъ породъ дерева (Гей-Люссакъ, Шевандье и др.) представляетъ почти неизмѣнный составъ, и вся, притомъ очень незначительная, разность состава, представляемаго древеснымъ топливомъ, опредѣляется преимущественно влажностью и количествомъ мелкихъ вѣтвей и коры. По совокупности свѣдѣній, относящихся до состава древесины обычныхъ породъ, примѣняемыхъ въ топку, должно принять средній составъ *сухой* (высушенной до постояннаго вѣса при темпер. ниже 100° въ совершенно сухой атмосферѣ) массы: $c=49,4—50,4$; $h=5,9—6,1$%; n около 0,2%; золы около 0,6 [5 bis], $o=43,9—42,7$%, а это уже показываетъ, что въ древесинѣ, кромѣ клѣтчатки ($c=44,4$; $h=6,2$), содержится вещество, болѣе ея богатое углеродомъ; это и есть то, что называется лигниномъ или инкрустирующимъ веществомъ [6], которое извлекается (переходитъ въ растворъ) изъ древесины различными реагентами (растворами ѣдкихъ щелочей, сѣрнистощелочныхъ солей и т. п.), не дѣйствующими на клѣтчатку. Въ деревѣ, остававшемся на воздухѣ въ теченіе 1 — 2 лѣтъ (въ пространствѣ, защищенномъ отъ дождя), изъ 30—60 первоначальной влажности остается обыкновенно 17—20% (всегда болѣе 12%), а потому для древеснаго топлива, состоящаго преимущественно изъ древесины (съ корою), должно принимать средній составъ: I для свѣжаго дерева (совершенно сырого), II для лежалаго на воздухѣ (называемаго обыкновенно сухимъ) и III для совершенно высушеннаго (при нагрѣваніи въ сухомъ пространствѣ или въ обык. воздухѣ до 125° до пост. вѣса):

Дерево: %	I.	II.	III.
Влажности	40,0	20,0	—
Золы	0,4	0,5	0,6
Углерода.	30,0	40,0	50,0
Водорода.	3,6	4,8	6,0
Кислорода	25,8	34,5	43,1
Азота.	0,2	0,2	0,3

А потому теплопроизводительность въ этихъ трехъ состояніяхъ близка къ:

$Q = 2840 \quad 3790 \quad 4730$ ед. т. [6 bis]

[5 bis] Нерѣдко даютъ въ деревѣ золы гораздо болѣе (до 1,5%), но надо думать, что это зависитъ отъ приставшихъ землистыхъ частей, которыя обыкновенно пристаютъ къ корѣ дерева. Да и въ корѣ около 2%.

[6] Количество этого инкрустирующаго вещества или лигнина — въ разныхъ породахъ дерева неодинаково; въ ели и соснѣ около 40% (на 60% клѣтчатки), въ дубѣ и букѣ около 48%, вообще же около 45%. Отдѣленіе отъ клѣтчатки производится или настаиваніемъ (при обыкн. t нѣск. дней) дерева съ смѣсью (12 частей) азотной кисл. (уд. вѣса 1,1) съ бертолетовой солью (0,8 ч.), причемъ лигнинъ окисляется и переходитъ въ растворъ (способъ Шульце, 1857), или нагрѣваніемъ до 180° древ. опилокъ (10 гр.) съ ѣдкимъ кали (35 гр.) и равнымъ колич. воды, причемъ лигнинъ даетъ растворимые (въ водѣ и слаб. кислотахъ) продукты, а клѣтчатка остается (способъ Ланге, 1891), или разн. друг. Въ этомъ инкрустирующемъ веществѣ (54—58 c; 5,8—6,3 h и 35—39 o) содержится (10—30%) *древесная камедь* $C^5H^8O^4$, извлекаемая 10% растворомъ ѣдкаго кали (она при обработкѣ соляною кислотою и перегонкѣ даетъ фурфуролъ $C^5H^4O^2$), *лигнинъ* въ тѣсномъ смыслѣ, представляющій составъ $C^{26}H^{30}O^{12}$ (Толленсъ и др.). Взаимное сочетаніе этихъ началъ съ клѣтчаткою (лигно-целлюлоза), судя по нѣк. фактамъ, быть можетъ представляетъ и особый родъ химическаго соединенія (родъ сложныхъ эфировъ), но обыкновенно признается, что клѣтчатка въ древесинѣ только обложена или механически сопоставлена съ инкрустирующимъ веществомъ, которое во всякомъ случаѣ богаче клѣтчатки углеродомъ.

Вейлеръ (1886), обрабатывая сосновыя опилки разными реагентами, извлекъ 7% водою, $4^1/_2$ спиртомъ, 16% слабымъ раствор. NaHO и 55% хлорною водою, причемъ получалъ лишь 30—40% клѣтчатки, т. е., вѣроятно, въ его опытѣ отчасти измѣнилась и сама клѣтчатка.

[6 bis] Послѣ того, когда все относящееся къ дереву было уже напечатано (въ январѣ 1897 г.), я получилъ свѣдѣнія о подробномъ изслѣдованіи, сдѣланномъ въ 1896 г. въ лабораторіи И. Русск. Техн. Общества гг. Мюллеромъ и Степановымъ и считаю необходи-

(или на органическую часть Q около 4830 ед. т. при $c = 50{,}1\%$).

Но такъ какъ при горѣніи образуется много воды (72,4, 63,2 и 48,0%) и она въ дымѣ остается парообразною, при разсчетѣ же Q она принята сгустившеюся въ жидкомъ видѣ, то болѣе близкое къ дѣйствительности число ед. тепла, развиваемыхъ горящимъ деревомъ, должно выразить (стр. 91), принявъ воду парообразною:

$$Q' = 2400 \quad 3100 \quad 4410 \text{ ед. т.}$$

Это уже ясно показываетъ, что простымъ сушеніемъ дерева можно сильно увеличивать количество тепла, при его горѣніи происходящаго [7]. Жаропроизводительность отъ сушенія также сильно возрастаетъ. Поэтому, въ заводской практикѣ при пользованіи дровами должно принять за правило заботиться о сухости дровъ, а когда требуется высокая темпер., то выгодно прибѣгать и къ искусственной сушкѣ, для чего на многихъ заводахъ (гончарныхъ, стеклянныхъ, металлургическихъ) можно пользоваться тепломъ, теряющимся изъ печей, дающихъ высокую температуру, или даже устраивать [8] особыя сушильныя помѣщенія, температура которыхъ, однако, должна быть не выше 150° (иначе дерево сильно разлагается), но и не ниже 105° (иначе сушка идетъ очень медленно и неполно); обыкновенно ее, въ раціонально устроенныхъ сушильняхъ, держатъ отъ 120° до 130° Ц.

Въ отношеніи породъ деревъ, различія, столь важныя въ строительномъ примѣненіи, для топлива имѣютъ лишь второстепенное значеніе; вліяетъ развѣ плотность массы дерева [9], такъ какъ

мымъ привести сообщенные мнѣ авторами результаты, тѣмъ болѣе, что они относятся къ среднимъ пробамъ разнообразныхъ русскихъ мѣстностей и къ обыкновеннѣйшимъ у насъ видамъ дровъ. Теплопроизводительность была опредѣлена для образцовъ совершенно высушенныхъ до постояннаго вѣса въ эксикаторѣ при помощи бомбы Малера и получено: береза Q=4968, сосна 4907 и 4952, ель 4857, ольха 5047 и осина 4953. Общее среднее Q = 4947. Такъ какъ среднее Малера, разсчитанное на сухое дерево, 4731, а среднее Готтлиба 4818, то число разсчитанное по (M) Q = 4730 близко къ среднему изъ опытовъ Малера, а данныя Мюллера—Степанова и Готтлиба немного выше, общее же изъ всѣхъ среднее будетъ около 4850 е. т.

Далѣе изслѣдованія Мюллера и Степанова подтвердили большую гигроскопичность древесныхъ опилокъ; оказалось, что онѣ, сверхъ естественной влажности дерева, поглощаютъ около 24% воды, когда остаются въ пространствѣ, насыщенномъ при обыкн. *t* парами воды. Для сосновой древесины средній вѣсъ кубич. дециметра въ совершенно сухомъ состояніи 458 гр. (отъ 391 до 505), во влажномъ (*aq* 14,3 — 24,0) 492 гр., для еловой сухой 390, влажной (*aq* 13,6 — 19,6) 421 гр., для березы сухой 570, влажной (*aq* 21—34%) отъ 574 до 749 гр., для ольхи сухой 417, влажной (*aq* 17,9 — 44,0) отъ 433 до 571 гр. и для осины сухой 410 и влажной (*aq* 20,6 — 51,6) отъ 429 до 748 гр. Это показываетъ вновь, что высушиваніе дѣлаетъ дерево болѣе легкимъ, То же относится, конечно, и до вѣса куб. сажени, но только въ общемъ среднемъ, п. ч. разность плотностей дерева и укладки весьма значительна при одной породѣ. Для одного образца сосновыхъ дровъ вѣсъ куб. сажени въ естественномъ состояніи (*aq* 14,3) 284 п., а въ сухомъ видѣ 270 п. Вѣсъ куб. саж. березовыхъ дровъ съ 20—30% влажности былъ отъ 317 до 368 п., ольховыхъ (*aq* 18—44%) отъ 273 до 294 п., осиновыхъ (*aq* 20 — 51) отъ 280 до 313 п. — вообще же вѣсъ куб. сажени оказался немного болѣе, чѣмъ у другихъ изслѣдователей, что вѣроятно опредѣляется сыростію укладкою и равномѣрностію полѣньевъ.

[7] Предшествующія числа Q и Q' отнесены, какъ обыкновенно, къ одной вѣсовой части топлива, но въ дѣйствительности 100 частей свѣжаго дерева даютъ только 60 ч. совершенно сухого дерева, а потому истинный выигрышъ отъ сушенія въ величинѣ Q' не такъ великъ, какъ кажется. Если за норму принять 1 вѣс. часть воздушно-сухого (съ 21% влаги) дерева и Q' = 3460 ед. т., то та же масса свѣжаго (сырого) дерева (его колич. будетъ=1,2 вѣс. ч.) даетъ Q' = 2940 ед. т. (уменьшеніе на 15%), а та же масса, послѣ совершеннаго высушиванія, даетъ Q' = 3640 (увеличеніе всего на 5%). Но дѣло, въ сущности, сводится всегда на жаропроизводительность. Здѣсь, при переходѣ, напр., отъ воздушно-сухого дерева къ совершенно сухому, *W* измѣняется отъ 1100° до 1500°, разность же въ 400° имѣетъ, какъ увидимъ далѣе, громадное значеніе для пользованія теплотою топлива.

[8] Сушильни для дровъ устраиваютъ въ видѣ длинной кирпичной галлереи съ рельсами, по которымъ двигаются телѣжки съ дровами на встрѣчу тока воздуха, нагрѣваемаго въ особыхъ калориферахъ такъ, чтобы входящій въ галлерею воздухъ имѣлъ температуру около 150°. Высушенное дерево тотчасъ должно примѣняться въ топку, п. ч. иначе поглощаетъ вновь влагу воздуха.

[9] Плотность дерева выступаетъ въ вѣсѣ его опредѣленнаго объема только тогда съ полною ясностію, когда принимается во вниманіе степень влажности. Опыты Фрея (1883) это ясно показываютъ. Брались точно обдѣланные кубы разныхъ деревъ, размѣры и вѣсъ опредѣлялся многократно, въ продолженіе долгаго

изъ болѣе плотныхъ породъ (дуба, бука, ясени, вяза, также березы) получается и уголь болѣе плотный, труднѣе сгорающій, чѣмъ рыхлый уголь, оставляемый мягкими породами, подобными ели, соснѣ, липѣ и осинѣ; иныя же разности породъ играютъ при топкѣ ничтожную роль [10]. Плотность древесины вліяетъ также и на вѣсъ кубической мѣры дровъ, хотя и здѣсь не меньшее значеніе имѣютъ другія обстоятельства, особенно плотность укладыванія, однородность формы полѣньевъ и степень ихъ сухости. Замѣтивъ, что кубич. метръ воды вѣситъ около 1000 килогр., а кубическая сажень (= 9,71 куб. метр.) около 600 пуд, достаточно сказать, что стеръ или куб. метръ плотныхъ породъ дерева въ воздушно-сухомъ состояніи вѣситъ отъ 400 до 600 килогр., а легкихъ породъ отъ 275 до 450 кил.; если полѣнья прямы и нѣтъ сучьевъ, кубическая же сажень плотныхъ породъ вѣситъ отъ 400 до 300 пуд.,, рыхлыхъ породъ отъ 160 до 300 пудовъ [11].

Для сосновыхъ и еловыхъ воздушно-сухихъ дровъ можно вообще принимать вѣсъ кубич. сажени около 250 пуд., для березовыхъ около 340.

О дѣйствіи жара на дерево говорится далѣе въ § 14 (древесный уголь) и при разсмотрѣніи продуктовъ сухой перегонки (часть 2-я).

§ 12. Торфъ. Продолжающееся и нынѣ, на нашихъ глазахъ, болотное, то-есть при избыткѣ воды, происхожденіе торфа преимущественно изъ мховъ и травъ объясняетъ ту разницу, которая замѣчается въ отношеніи къ судьбѣ сухопутныхъ травъ и лѣсныхъ листьевъ, масса которыхъ ежегодно также умираетъ, но тлѣетъ, оставляя лишь немного чернозема, а не такіе слои горючаго матеріала, какіе даютъ торфъ [1].

времени высушиванія и послѣ обугливанія. Такъ напр. сосна въ свѣжемъ состояніи представляетъ вѣсъ куб. дециметра 527 гр, а по высыханіи дошла до 487 гр. въ куб. децим., при полномъ сушеніи до 457 гр. (при обугливаніи 193 гр.), а объемъ сокращается только на 6% и 11%. Отсюда видна тѣснѣйшая зависимость плотности отъ степени сухости [6 bis].

[10] Болѣе важна форма полѣньевъ, потому что ею опредѣляется укладка дровъ на колосникахъ. Сучья, неправильная изогнутость ствола и длина, не соотвѣтствующая размѣрамъ колосниковъ (поддувала), не даютъ возможности равномѣрно распредѣлить топливо по всей поверхности колосниковъ, и тогда излишекъ входящаго воздуха будетъ вредить правильному пользованію топливомъ.

[11] Всеобщій обычай измѣрять дрова не по вѣсу, а по числу объемныхъ единицъ или кубиками имѣетъ то правильное основаніе, что высыханіе дровъ ведетъ къ большой убыли вѣса, но къ ничтожной убыли объема. Обычныя въ большинствѣ краевъ Россіи сосновыя, еловыя, осиновыя и березовыя дрова заготовляются чаще всего изъ деревъ (и ихъ вершинъ) меньше 5 вершковъ въ діаметрѣ (болѣе крупный лѣсъ выгоднѣе сбывается для стропительныхъ работъ) и обыкновенно колются пополамъ, если діаметръ болѣе 3 вершковъ. Такія полѣнья, хотя бы отчасти и вмѣстѣ съ мелкими круглыми, могутъ укладываться въ очень плотныя полѣницы, свободное пространство въ которыхъ не превосходитъ 30%. Относительная цѣнность кубической мѣры дровъ весьма сильно зависитъ именно отъ ея вѣса; потому, напр., березовыя дрова стоятъ обыкновенно процентовъ на 20 дороже еловыхъ, а если бы продажа дровъ велась на вѣсъ, цѣна ихъ зависила бы исключительно отъ степени влажности, а не отъ породы. На заводахъ, заготовляющихъ дровяное топливо для раціональнаго имъ пользованія, необходимо не только внимательно слѣдить за степенью сухости дровъ, но и опредѣлять вѣсъ той объемной мѣры, какая примѣняется для счета заготовки. Я не считаю полезнымъ входить здѣсь въ подробности этого дѣла, такъ какъ укладка, длина полѣньевъ и самый размѣръ объемовъ дровъ въ разныхъ мѣстностяхъ и условіяхъ бываютъ весьма разнообразны и ориентироваться въ мѣстныхъ обстоятельствахъ каждый разъ не представляетъ никакой трудности.

[1] Надо полагать, что сущность различія здѣсь сводится на условія для жизнедѣятельности разныхъ родовъ микроорганизмовъ, развивающихся на счетъ матеріала растительныхъ труповъ, но до сихъ поръ бактеріологія мало еще занималась вопросами, сюда относящимися. Должно однако замѣтить, что торфяники иногда, хотя рѣже, чѣмъ въ болотистыхъ равнинахъ, образуются на склонахъ горъ и возвышенностяхъ, сравнительно болѣе сухихъ, но тогда всегда главную массу торфяника образуетъ извѣстный всѣмъ бѣлый мохъ—сфагнумъ (Sphagnum), отличающійся большою густотою роста и сильною водопоглотительностію, что и дѣлаетъ тѣ мѣста мокрыми, чему содѣйствуетъ ростъ среди тѣхъ мѣстъ болотной сосны (Pinus palustris) и сходныхъ съ нею деревьевъ, поддерживающихъ отѣненіе мшистаго сырого покрова почвы, такъ что полнаго высыханія здѣсь не бываетъ, что и составляетъ вмѣстѣ съ обильною растительностію условіе торфообразованія. Нарастаетъ торфъ, конечно, съ разною быстротою, но вообще принимаютъ средній ростъ въ 30—40 лѣтъ равнымъ метру, а это даетъ въ годъ большій приростъ топлива, чѣмъ въ видѣ дровъ съ равной поверх-

Въ одномъ случаѣ,—подъ водою — доступъ воздуха малъ, въ другомъ,—на сушѣ — онъ великъ, и направленіе въ измѣненіи веществъ травы становится отъ того инымъ; въ одномъ случаѣ образуется вода, отчасти CO^2 и болотный газъ CH^4, въ другомъ преобладаетъ углекислота и вода; въ первомъ совершается процессъ, подобный сухой перегонкѣ, во второмъ — настоящему горѣнію. Проникнутая водою, годъ отъ года наростающая масса травяныхъ остатковъ, обогащаясь углеродомъ и продолжая выдѣлять болотный газъ, даетъ толщи торфа, въ которыхъ, идя въ глубь, все болѣе и болѣе исчезаютъ слѣды организованнаго строенія и получается болѣе и болѣе однородная темнокоричневая масса порошковатаго вещества, пропитаннаго водою и образующаго слои торфа, толщиною доходящіе иногда до нѣсколькихъ метровъ, обыкновенно же около двухъ метровъ. Такой процессъ, продолжающійся еще и нынѣ [2], обусловливается совокупностію извѣстныхъ климатическихъ условій, какъ видно изъ того, что торфяники преобладаютъ только въ странахъ умѣреннаго климата, напр. во всей Западной Европѣ и въ большей части Россіи, особенно въ ея сѣверной и средней полосѣ, какъ въ центральныхъ губерніяхъ, такъ и въ Сибири. Широкое рас-

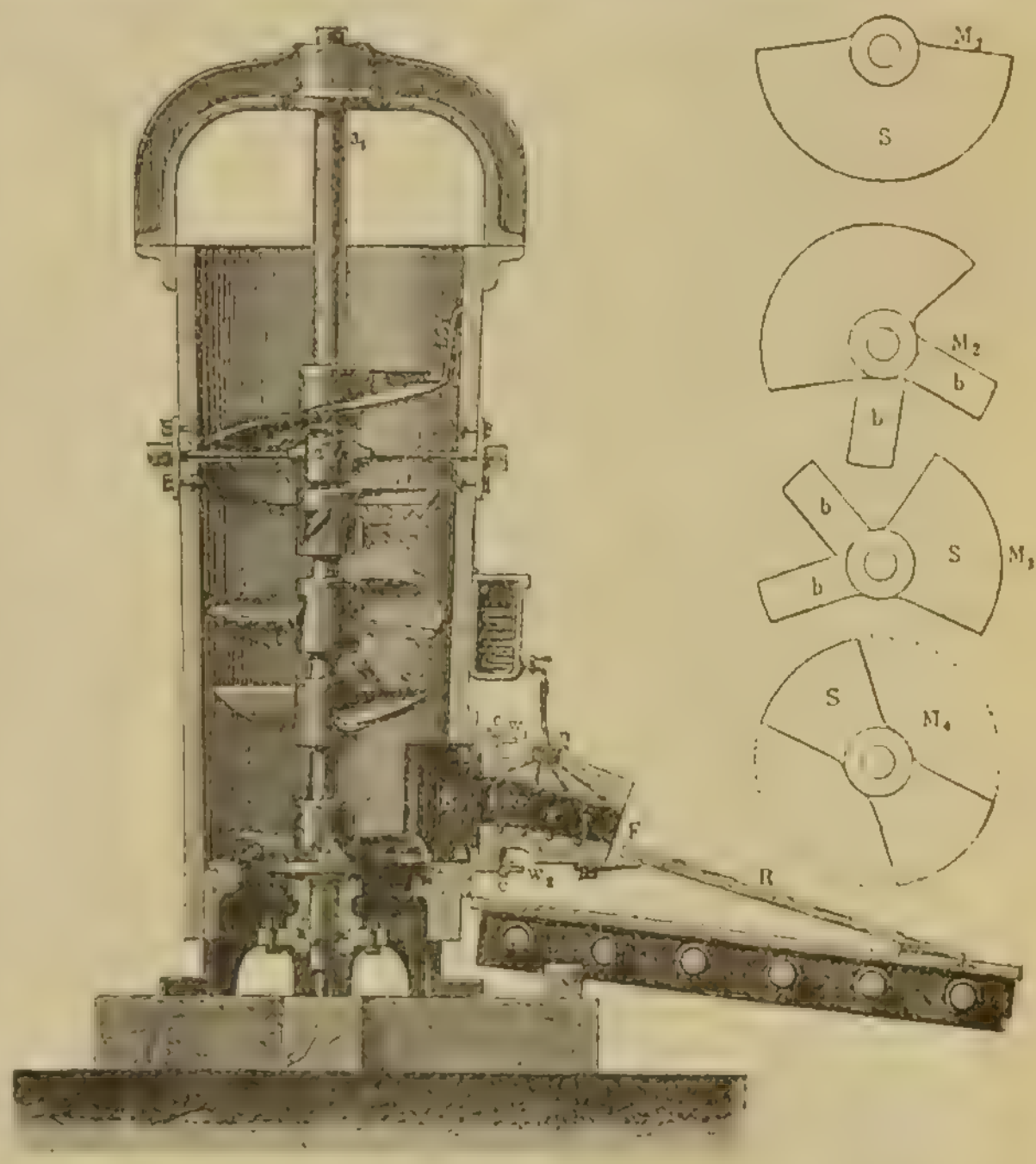


Рис. 20. Стоячая (вертикальная) торфяная машина, действующая обыкн. конным приводомъ, вращающимъ стоячій валъ, на которомъ насажены перемѣнныя лопасти или ножи S, изображенные (справа, сверху) отдѣльно. Торфъ подаютъ въ машину лопатами. Онъ выдавливается въ мундштукъ F и спускается по R. (Устройство и дѣйствіе совершенно то же, какъ при подготовкѣ глины для кирпичей, при описаніи производства которыхъ и будетъ говорено о подобныхъ приборахъ).

ности земли. Поэтому, уже во многихъ мѣстностяхъ (Франціи, Голландіи), снявъ слой торфа, мѣстность опять превращаютъ въ болото (устраняя стокъ воды), чтобы вновь получить торфообразованіе. Такое искусственное образованіе торфяниковъ, введенное уже во многихъ странахъ, было бы весьма не излишне распространить и у насъ, особенно въ центральной промышленной области, гдѣ чувствуется недостатокъ топлива.

[2] Наростаніе торфяниковъ въ современную намъ эпоху не только непосредственно можетъ наблюдаться, но давно подтверждено тѣмъ, что подъ слоями торфа въ Англіи находили остатки дорогъ, проложенныхъ во времена римскаго владычества, и всюду въ торфяникахъ находятъ остатки человѣка, его произведеній и современныхъ организмовъ. Нельзя думать, что подобные же процессы не совершались и въ древнія геологическія времена (хотя тогда и были другія климатическія условія), а именно: въ нѣкоторыхъ бурыхъ углякъ можно подозрѣвать торфяниковое происхожденіе, но лигниты, каменные угли и антрациты, судя по всѣмъ геологическимъ остаткамъ и признакамъ, произошли не изъ травъ, а изъ деревъ, между которыми, однако, преобладали тайнобрачныя (папоротники, хвощи и т. п.), только исполинскихъ древесныхъ размѣровъ, въ нашу же эпоху и въ нашихъ условіяхъ они являются лишь травянистыми формами. Сущность же происхожденія изъ растит. остатковъ торфа и всѣхъ иныхъ видовъ тв. минер. топлива, безъ сомнѣнія, одна и та же, а именно разложеніе въ средѣ, изобилующей водою, при относительно маломъ доступѣ воздуха. Разность только въ матеріалахъ, климатѣ, эпохѣ и въ продолжительности сохраненія. Не будь торфяниковъ, растущихъ на нашихъ глазахъ, процессъ образованія кам. углей былъ бы менѣе понятенъ. Замѣтимъ еще, что среди торфа часто находятъ дерева, подвергшіяся такому же процессу, какъ травы — торфяниковъ. А что во всемъ этомъ роль воды громадна, доказательствомъ служатъ затонувшія въ рѣкахъ и озерахъ деревья, сохраняющія очень долго свое строеніе,

пространеніе торфяниковъ и легкая доступность (ибо работа идетъ съ поверхно-

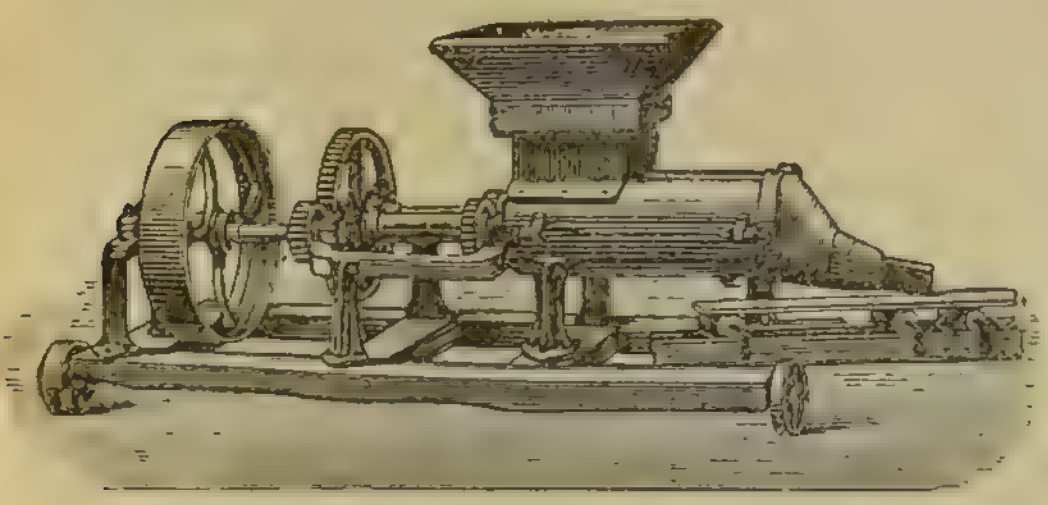


Рис. 21. Лежачая (горизонтальная) машина для перемѣшиванія и формованія торфяныхъ кирпичей. Сущность та же, какъ на рис. 20. Валъ вращается ижицомъ (слѣва). Торфъ бросается въ воронку лопатами.

сти) ихъ выработки [3] давно послужили къ добычѣ для топлива сушенаго и формованнаго (Рис. 20—22) торфа вездѣ тамъ, гдѣ дровъ мало, а промышленная предпріимчивость достаточно развита для такой несложной ея отрасли, какъ торфодобываніе [4], особенно же въ Голландіи, Швеціи и Баваріи. Въ Россіи наибольшая добыча торфа существуетъ именно въ такихъ промышленныхъ центрахъ, какіе представляютъ Московская, Владимірская, Петербургская и сосѣднія съ ними губерніи. Такъ какъ торфъ, въ обычномъ его видѣ—высохшихъ на воздухѣ кирпичей—не обладаетъ связностію [5], легко крошится, добывается (рѣжется въ болотахъ) лишь временно, такъ сказать домашними, хозяйственными способами (не требующими непрерывности) и содержитъ еще много (до 25—30%) воды (что ведетъ къ уменьшенію Q), то онъ рѣдко подвергается далекой вывозкѣ съ мѣстъ добычи (потребляясь сосѣдними заводами и фабриками), а потому статистическихъ данныхъ о его добычѣ почти нигдѣ не существуетъ, но (отчасти гадательно) можно утверждать, что даже современная добыча въ Россіи превосходитъ 100 милл.

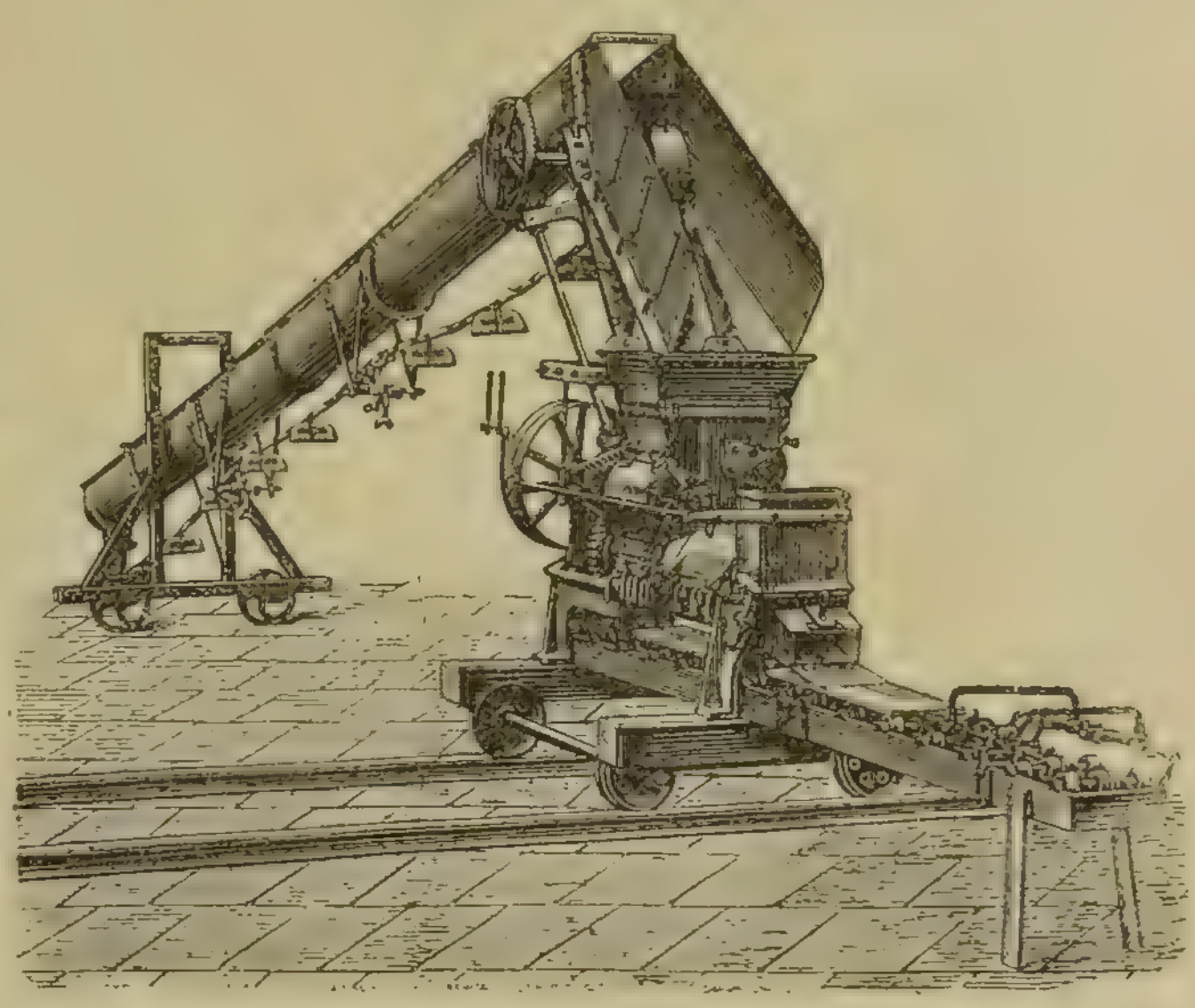


Рис. 22. Паровая (движимая локомобилемъ) лежачая торфяная машина (Schlichei-sen, Берлинъ), подобная предыдущей (Рис. 21). Торфъ подается прямо съ работы въ восходящій желобъ (видѣнъ слѣва), въ которомъ движущіяся безконечною цѣпью лопатки подводятъ его къ воронкѣ.

но все же постепенно обугливающіяся. Въ рѣчкѣ Лутоснѣ, Москов. губ., Клинскаго уѣзда, около Боблова, гдѣ я часто живу лѣтомъ, крестьяне вытаскиваютъ много зарывшихся въ песокъ дубовыхъ стволовъ (теперь тамъ дубовъ сравнительно немного — истреблены), и одни изъ нихъ (всѣ окрашены въ черный цвѣтъ — отъ образов. желѣзно дубильныхъ соед.) еще сохранили всю крѣпость дуба, другіе же начали уже ее терять, и если такія дерева останутся зарытыми въ геологически долгое время—они навѣрное дадутъ постепенно лигниты и каменные угли. Такіе куски лигнитовъ и кам. углей иногда находятъ среди сплошныхъ толщъ земли. Другими словами: процессъ природы, дающій торфы и виды к. углей, однороденъ съ древнихъ геологическихъ временъ понынѣ.

[3] Торфяники чаще всего разрабатываются прямо поверхностнымъ разносомъ (иногда поверхность торфа покрывается нетолстымъ, наноснымъ слоемъ земли, но чаще торфъ и прямо начинается съ поверхности), причемъ обыкн. сперва торфяное болото осушается канавами, а затѣмъ торфъ «рѣжется» или прямо лопатами, или особыми соотвѣтственными машинками, и складывается на поверхности для просушки, которая, конечно, идетъ хорошо только лѣтомъ, а потому къ осени рѣзку прекращаютъ. Иной способъ выработки торфа представляется въ видѣ вычерпыванія торфа прямо со дна воды при помощи черпаковъ, подобныхъ землечерпательнымъ машинамъ, употребляемымъ для углубленія и очищенія русла рѣкъ. Вычерпанный торфъ съ водою перемѣшивается (машинами же, подобными глиномятнымъ) и выдавливается въ кирпичи, которымъ даютъ просыхать на воздухѣ. Подробности техники выработки торфа должно уже искать въ спеціаль-

пуд. въ годъ и постоянно возрастаетъ тамъ, гдѣ древесное топливо становится дороже 6 — 7 коп. за пудъ [6].

ныхъ сочиненіяхъ. На приложенныхъ рисункахъ изображены нѣкоторыя изъ торфяныхъ машинъ, производящихъ перемѣшиваніе и формованіе.

[4] Торфодобываніе или ограничивается простымъ рѣзаніемъ торфяныхъ кирпичей и ихъ воздушною сушкою, послѣ которой торфъ прямо идетъ въ топку (это рѣзаный торфъ), или его сперва мнутъ или ручными способами (какъ глину, это столовый т.), или въ воронкообразныхъ мельницахъ (какъ для глины, см. рис.) и выжимаютъ въ кирпичи, представляющіе уже большую плотность и однородность, и затѣмъ сушатъ (это формовочный или мятый торфъ), или, наконецъ, торфъ, просохшій въ кучахъ, дробятъ, искусственно сушатъ (какъ бурые угли, см. § 16) и затѣмъ въ горячихъ сильныхъ прессахъ сжимаютъ въ очень плотныя плитки (это прессованный торфъ или торфяной брикетъ). При такой обработкѣ, стоящей, однако, довольно дорого (съ пуда болѣе 2 к.), получается, особенно изъ смолистыхъ, старыхъ торфовъ (не волокнистыхъ), матеріалъ очень плотный, выдерживающій (не измельчаясь) далекую перевозку и, что всего важнѣе, содержащій только 5 — 10% воды и не измѣняющійся при храненіи (приновскіе торфяные брикеты у меня самого хранились годъ въ сыромъ подвалѣ и послѣ того содержали менѣе 12% воды). Если цѣна такихъ брикетъ можетъ быть доведена до полуторной цѣны дровъ, то примѣненіе очень выгодно.

[5] Легче всего крошится рѣзаный торфъ [4], труднѣе формовочный, а сильно прессованный (въ горячемъ видѣ) совершенно не крошится.

[6] Подготовка торфянника—рѣзка и воздушная сушка, съ накладными расходами, при значительномъ производствѣ обходится обыкновенно не болѣе 3 к. съ пуда, считая на воздушно-сухой (25% воды) торфъ. Формовочный торфъ, требуя двигателя и особыхъ мастеровъ, обходится уже около 4—5 к. на пудъ въ воздушно-сухомъ состояніи (25% воды). Все это дѣлается обыкновенно прямо на полѣ торфянника. Вывозка къ заводу, искусственная сушка и прессованіе въ брикеты поднимаютъ цѣну пуда (при 10% воды) до 7—8 к., что и ограничиваетъ широкое распространеніе той превосходной формы торфянаго топлива, какая получается этимъ способомъ, довольно широко уже распространеннымъ въ Швеціи и Норвегіи. На выставкѣ 1896 г. въ Нижнемъ-Новгородѣ были уже образцы такого торфа изъ-подъ Петербурга (Приновка) и съ Урала. Я думаю, что съ распространеніемъ пылевидныхъ топокъ (см. § 16) измельченный торфъ найдетъ еще новое широкое распространеніе. Замѣчу еще, что смолистые виды торфа, смѣшанные съ угольнымъ мусоромъ, равно какъ съ древ. опилками, спрессовываютъ въ горячемъ состояніи, особенно съ неб. подмѣсью нефтяныхъ остатковъ, въ прочные брикеты, обладающіе большою теплопроизводительностію.

Въ свѣжемъ, прямо изъ залежи, торфѣ обыкновенно не менѣе воды, чѣмъ твердой массы, и въ кубической саженн торфянника, среднимъ числомъ, рѣдко содержится болѣе 150 пуд. высушенаго торфа (обыкновенно много менѣе, особенно въ верхнихъ и нижнихъ слояхъ). Въ воздушно сухомъ торфѣ, лежавшемъ на солнцѣ въ рыхлыхъ хорошо провѣтриваемыхъ штабеляхъ, обыкновенно остается еще отъ 20 до 30% влажности и только послѣ искусственнаго сушенія и прессованія въ горячемъ состояніи (вѣроятно вслѣдствіе размягченія смолистыхъ составныхъ началъ) торфъ (его брикеты, § 16) получается въ состояніи, настолько мало гигроскопическомъ, что при долгомъ храненіи съ 5% количество влажности поднимается только до 10 — 12%. Полное же высушиваніе торфа, искусственно достигаемое при нагрѣваніи до 110 — 120° (и перемѣшиваніи), даетъ массу гигроскопическую, такъ что ее слѣдуетъ тотчасъ примѣнять въ топку, если желательно получать высокія температуры.

Количество золы въ торфѣ обыкновенно превосходитъ 5% на вѣсъ сухой массы, но иногда, хотя и рѣдко, встрѣчается торфъ съ содержаніемъ даже до 1% золы, обыкновенно же въ немъ 5—10%, а въ худшихъ сортахъ и болѣе золы, что тогда уже сильно понижаетъ достоинство этого топлива. Въ минеральной подмѣси золы почти всегда много кремнезема, извести и окисловъ желѣза; нерѣдко находится гипсъ и колчеданъ, отчасти фосфорнокислыя соли. Сѣры горючей [§ 6] въ торфахъ обыкновенно мало, рѣдко болѣе 0,1%, но сѣрной кислоты въ золѣ обыкновенно много.

Что же касается органической части торфа (т. е. составныхъ началъ, за исключеніемъ воды и золы), то она измѣняется преимущественно въ зависимости отъ степени разложенія торфа. Массы его, въ которыхъ еще видны остатки мха и вообще растительное строеніе, содержатъ около 58 — 62% углерода, 5,6—6,2% водорода, 1,5—2,3 азота и отъ 29 до 35% кислорода, но въ однородно-бурой порошковатой массѣ, гдѣ нѣтъ видимыхъ слѣдовъ растительныхъ остатковъ, органическая часть

торфа болѣе обуглена [7], и въ ней до 66% углерода; остальная же часть (обыкновенно наибольшая) гораздо бѣднѣе углеродомъ (58—60%). Отношеніе c/h (оно для дерева=8,3) около 9—10; o/h (оно для дерева=7,2) около 5—6. Принявъ въ торфѣ 7% золы, получаемъ слѣдующій средній приближенный составъ: I въ рѣзанномъ или формовочномъ торфѣ при содержаніи, какъ это обыкновенно бываетъ, 25% воды, II въ брикетномъ (сушеномъ и сильно прессованномъ) торфѣ, гдѣ рѣдко содержится болѣе 10% воды и III въ совершенно искусственно высушенномъ торфѣ:

Торфъ.	I.	II.	III.
Влажности. . . .	25,0	10,0	—
Золы	5,3	6,3	7,0
Углерода	40,7	48,8	54,2
Водорода.	4,3	5,1	5,7
Азота	1,1	1,4	1,5
Кислорода	23,6	28,4	31,6

Этому составу отвѣчаетъ теплопроизводительность, считая воду жидкою (по М):

$Q = 3960 \quad 4750 \quad 5280$ [7 bis] ед т.

Считая же происходящую воду паробразною:

$Q' = Q - 6aq = 3580 \quad 4420 \quad 4970$ ед. т.

Эти количества несомнѣнно выше, чѣмъ соотвѣтственныя для дерева (§ 11). Разность до 20% въ пользу торфа нашелъ уже и Бриксъ, производя прямыя опредѣленія количества водяныхъ паровъ, образующихся при топкѣ дровами и торфомъ. Уже изъ этого одного должно ясно видѣть, сколь драгоцѣнное подспорье встрѣчаетъ промышленность въ торфѣ, какъ матеріалѣ для топлива [8].

---

[7] Напр., въ срединномъ слоѣ ириновскаго торфа, около С.-Петербурга, П. М. Чельцовъ (1896 г.) нашелъ—послѣ полнаго высушиванія: золы 2.82%, углерода 64,24, водорода 7,66, азота 0,75, горючей сѣры 0,05%, а теплопроизводительность 6980 и 6962 (среднее 6971, а по формулѣ (М) § 7, Q=6866) ед. т. Въ брикетахъ же, полученныхъ изъ всей толщи того же торфа и содержавшихъ 5,11% воды, найдено: 4,33 золы, 56,48 углерода, 5,56 водорода, 0,06 горюч. сѣры и 1,40 азота (слѣд. o=27,06), а Q=5660 ед. т., а по (М) Q=5541 (въ другомъ образцѣ, совершенно высушенномъ, опытъ далъ Q=5877, что для 5,11% влажности даетъ опытное Q=5576).

[7 bis] Для органической части торфа (т. е. безъ влажности и золы) это отвѣчаетъ Q около 5680, и тогда c=58,3; h=6,1%.

Кубическій метръ въ складѣ вмѣщаетъ около 220 кил. рѣзаннаго торфа, а сильно-прессованнаго (брикетнаго) около 1000 кил. (куб. сажень 600 пудъ), такъ что отъ прессованія (вслѣдствіе сжатія и правильности плитокъ) укладистость торфа сильно возрастаетъ, что имѣетъ важное значеніе въ заготовкѣ запасовъ. Въ отношеніи къ сухой перегонкѣ торфъ занимаетъ средину между деревомъ и каменнымъ углемъ, оставляя около 30 — 35% торфянаго угля. образуя много водянистой щелочной жидкости, жидкій деготь, богатый предѣльными углеводородами (изъ нихъ добывался въ свое время фотогенъ и парафинъ), и газъ, богатый водородомъ и метаномъ, но требующій сильной очистки, вслѣдствіе содержанія большого количества углекислоты [9].

---

[8] Противу торфа, какъ топлива, существуетъ, особенно у насъ, нѣкоторое несправедливое предубѣжденіе и даже въ техническихъ кругахъ много несправедливыхъ мнѣній, происходящихъ, какъ я думаю, главнѣйшимъ образомъ отъ того, что торфяники (въ отличіе отъ кам. углей) донынѣ обыкновенно разрабатываются небрежно, для своихъ потребностей, въ отдѣльныхъ мелкихъ хозяйствахъ, не прилагающихъ должныхъ усилій къ выпуску однороднаго и плотно-прессованнаго товара. Въ этомъ послѣднемъ видѣ торфъ представляетъ во всѣхъ отношеніяхъ прекрасное топливо, смѣло могущее выдерживать далекую перевозку, п. ч. 100 пуд. такого прессованнаго торфа замѣняютъ 140 пуд. дровъ. Производство его однако требуетъ заводской обработки и можетъ быть выгоднымъ только при выработкѣ значительныхъ количествъ на непрерывно дѣйствующемъ заводѣ съ правильно организованною сушкою, для чего топливомъ могутъ служить отбросы, не идущіе въ брикеты. Въ такомъ случаѣ пудъ можетъ обходиться на мѣстахъ производства, какъ показали мнѣ ближайшіе разсчеты, отъ 8 до 7 к., а при такой цѣнѣ ему вездѣ ходъ, гдѣ куб. с. дровъ стоитъ 10—15 р. Особенно пригоденъ по чистотѣ примѣненія такой торфъ для домашней топки. Въ Петербургѣ идетъ для этой цѣли такой торфъ (изъ Ириновки) даже при высокой цѣнѣ—20 к. за пудъ съ доставкой.

[9] Вообще я такого мнѣнія, что въ мѣстностяхъ, изобилующихъ торфяниками, можно ждать широкаго примѣненія торфа подъ вліяніемъ значительно капитальныхъ предпріятій, приложенныхъ къ этому дѣлу. Принимая во вниманіе возможность современнаго роста или возобновленія торфяниковъ и притомъ болѣе производительнаго, чѣмъ лѣсъ, должно думать, что ежегодная выработка $^1/_{100}$ площади торфяника обезпечитъ его безпредѣльно-долгую выработку, чего нельзя допустить даже для

§ 13. Каменные угли составляютъ въ настоящее время [1] столь важный источникъ топлива для всей промышленности, что надъ ними, при всей сжатости нашего изложенія, мы должны остановиться болѣе, чѣмъ надъ другими видами топлива, но здѣсь ограничимся лишь слѣдующими сторонами этого обширнѣйшаго предмета: А) міровая добыча каменныхъ углей, Б) русскія мѣсторожденія, В) виды каменныхъ углей, ихъ составъ и теплопроизводительность, и Г) стоимость каменныхъ углей, указавъ на то, что въ § 15 будетъ особо говорится объ ихъ превращеніи въ коксъ, въ § 16 въ брикеты и пыль, и въ § 19 въ газы. Замѣтимъ предварительно, что въ послѣдніе годы Россія добываетъ около 600 мил. пуд. и ввозитъ около 100 м. п. к. угля въ годъ, что составляетъ на жителя только около $5^1/_3$ пуд., тогда какъ среднее потребленіе к. угля во всемъ мірѣ (см. далѣе) достигаетъ уже 25 пуд. въ годъ, что явно указываетъ (стр. 33) на необходимость Россіи умножить усилія для возрастанія своей каменно-угольной промышленности, чѣмъ и объясняется неизбѣжность здѣсь покровительственныхъ мѣръ всякаго рода (§ 2) [1 bis].

лѣсовъ, не говоря уже о к. углѣ. Во всякомъ случаѣ на правильно эксплуатируемомъ торфяникѣ благонадежнѣе можно основывать большое промышленное предпріятіе, чѣмъ на лѣсѣ. Замѣтимъ еще, что торфяной генераторный газъ, легко получаемый (при его образованіи получается много дегтя и амміачной воды), можетъ быть по трубамъ распредѣляемъ на большія разстоянія, и я думаю, что со временемъ этотъ способъ окажется наиболѣе выгоднымъ для пользованія торфяниками въ фабрично-заводскомъ дѣлѣ, тѣмъ болѣе, что такой газъ даетъ, сгорая въ регенераторныхъ печахъ, высшія степени жара. А такъ какъ во многихъ мѣстахъ центральной Россіи торфяники распространены на большихъ пространствахъ и ихъ примѣненіе едва лишь начато, то здѣсь найдется одинъ изъ пріемовъ развитія русской промышленности. Торфяной уголь (*c* 79, *h* 3) отлично можетъ замѣнять каменный уг. и получается въ количествѣ около 30% отъ вѣса воздушно-сухого торфа. Дегтя торфъ даетъ около 6% и въ немъ около 10% легкихъ, около 30% среднихъ маселъ и около 40% парафиноваго масла, а твердой смолы около 20%. Содержаніе амміака въ водянистой части сухой перегонки достигаетъ до того, что изъ 100 ч. торфа получается 6 ч. сѣрноамміачной соли. Торфяной газъ содержитъ по объему около: $35H^2$, 35CO, $15CO^2$, $10CH^4$ и др. углеводородовъ и 5% азота и кислорода.

Говоря о торфѣ, я не взошелъ въ разсмотрѣніе его многоразличныхъ видоизмѣненій и въ подробности, относящіяся до его выработки, имѣя въ виду, что желающіе найдутъ необходимыя подробности въ спеціальныхъ сочиненіяхъ, уже имѣющихся на русскомъ языкѣ.

[1] Безспорно, что кам.-угольные бассейны ограничены во всѣ стороны, а потому на землѣ каменныхъ углей находится опредѣленное и конечное количество, то-есть когда-нибудь да выберутъ весь уголь; но сколь ни велика добыча, она ничтожно мала по отношенію ко всему запасу, какъ видно уже изъ того, что при умѣренномъ разсчетѣ, напр., въ одномъ Донецкомъ бассейнѣ насчитывается запасъ въ милліонъ милліоновъ пудъ к. угля, а запасы многихъ странъ, напр. всей Азіи, почти не тронуты, вѣроятно многихъ еще и не знаютъ. На Шпицбергенѣ и на материкѣ Южнаго Полюса тоже найдены к. угли. Безъ сомнѣнія, ихъ много подъ моремъ, какъ видно уже изъ того, что англійскіе и бельгійскіе бассейны сходственны и, конечно, проходятъ подъ Ламаншемъ. Англіи давно уже предсказываютъ наступленіе прекращенія добычи угля въ виду выработки многихъ пластовъ. Но на мѣсто выработанныхъ находятъ новые, и Англія не боится увеличивать подобную добычу, п. ч. при недостаткѣ угля найдутся способы его замѣны (др. силами природы), а выработка даетъ возможность двигать промышленность и всѣ виды богатства страны, необходимые и для успѣшной борьбы съ природными трудностями. Въ заключеніе замѣтимъ, что R. Nasse въ сочиненіи «Die Kohlenvorräte der europäischen Staaten und deren Erschöpfung» (Berlin, 1894) доказываетъ, что запасы кам. угля въ Германіи, Австріи и т. п. частяхъ сред. Европы могутъ, судя по существующимъ даннымъ, истощиться не ранѣе какъ въ 670 лѣтъ. Такой разсчетъ хотя и мало проченъ, но все же исходитъ изъ предположеній довольно вѣроятныхъ, а что будетъ со всѣмъ міромъ, съ числомъ людей, ихъ размноженіемъ, образомъ жизни и способами питанія — на столь долгій срокъ—нынѣ предвидѣть едва ли можно безъ риска впасть въ мечтательность.

[1 bis] Думать о томъ, что снятіе существующихъ нынѣ небольшихъ таможенныхъ пошлинъ (1—3 к. з. съ пуда) на ввозъ иностраннаго к. угля увеличитъ потребленіе его—очевидно невозможно уже потому, что провозъ внутрь страны дорогъ и удешевленіе ограничилось бы малою частію прибрежныхъ мѣстностей. Существующій налогъ на иностранный уголь не только продолжаетъ давать толчки къ усиленію внутренней добычи, что особенно ясно для польскаго района и для всей массы добычи, которая *ускоренно* возрастаетъ (см. далѣе Б), но и привелъ уже къ тому, что въ Одессѣ и вообще по берегамъ Чернаго моря цѣна русскаго угля равняется или приравнивается съ цѣною англійскаго, безъ пошлины, то-есть, говоря таможеннымъ языкомъ, пошлина не выпрается, а говоря болѣе удобопонятно, свой к. уголь внутри страны явно дешевѣетъ, что и составляетъ цѣль разумнаго протекціонизма.

А) Все, что извѣстно въ отношеніи нахожденія каменныхъ углей въ подземныхъ слояхъ, несомнѣнно показываетъ, что к. угли произошли въ геологическія времена изъ скопленія растительныхъ, преимущественно древесныхъ [2] остатковъ, попавшихъ въ условія, подобныя тѣмъ, при которыхъ образуется торфъ, постепенно обугливавшихся съ выдѣленіемъ воды, болотнаго газа и углекислоты, теряя органическое строеніе и образуя сплошные однородные пласты или слои, прикрытые (сдавленные) каменистыми (чаще глин. сланцы и песчаники) позднѣйшими наслоенными (осадочными) породами земли. Въ отдаленныя эпохи жизни земли, хотя условія климата (вѣроятно по причинѣ большаго вліянія внутренней теплоты земного шара и изобилія въ воздухѣ углекислоты) и были повсюду болѣе современныхъ благопріятны пышному росту деревъ, но тѣ лѣса, какъ и современные, лишь рѣдко попадали въ обстановку (среди преобладанія влажности, въ водѣ и болотахъ), необходимую для того, чтобы съ ихъ трупами шло обугливаніе, а не гніеніе и тлѣніе, превращающія растительные остатки въ газы. Совокупность такихъ условій сосплялась лишь мѣстами, но иногда на обширныхъ площадяхъ земли, какъ и нынѣ мы видимъ цѣлыя мѣстности съ болотистою почвою и сильною растительностію. Эти мѣста и образуютъ то, что называется каменноугольными *бассейнами*. Ихъ много въ разнообразнѣйшихъ странахъ отъ полярныхъ до экваторіальныхъ, но все же они строго ограничены и составляютъ территоріальное богатство мѣстностей, позволяющее современной промышленности развиваться на счетъ запаса солнечной энергіи, дѣйствовавшей въ геологически-давнія времена. Прикрытые позднѣйшими отложеніями земли, эти запасы обугленныхъ растительныхъ остатковъ могли бы остаться невѣдомыми, если бы, съ одной стороны, въ перевозкѣ по желѣзнымъ дорогамъ не происходили всѣмъ извѣстныя задержки, а доставка по рѣкамъ (особенно по Донцу) и морямъ (особенно по Черному) стала бы — вслѣдствіе соотвѣтственныхъ мѣропріятій (особенно же, по моему мнѣнію, морской перевозки изъ Азовскаго моря въ Балтійское)—скоро развиваться, а съ другой стороны, если бы были пересмотрѣны наши законы о правахъ на «нѣдра земли» и введено было то, что существуетъ уже почти всюду, гдѣ укрѣпилось промышленное развитіе, т. е. если бы и у насъ нѣдра земли стали бы общею собственностію, доступною для выработки всѣмъ желающимъ и могущимъ дѣйствовать, конечно съ законнымъ вознагражденіемъ собственниковъ тѣхъ поверхностныхъ участковъ земли, на которыхъ расположатся внѣшнія сооруженія. Эти пріемы могли бы быстро оживить все наше горное дѣло не только на Уралѣ и Донцѣ, но и во множествѣ другихъ мѣстъ. А горное дѣло составляетъ корень всей современной промышленности. Ограничиваясь (см. далѣе) лишь краткими общими указаніями, я имѣю въ виду цѣли и размѣры сочиненія, а по важности для всей промышл. и по сложности вопросовъ о промышленныхъ путяхъ сообщенія и правахъ на нѣдра—они заслуживаютъ особаго подробнаго разбора, здѣсь неумѣстнаго.

[2] Многочисленные остатки и отпечатки деревъ, особенно древовидныхъ хвощей и др. тайнобрачныхъ, находимые въ к. угляхъ, служатъ однимъ изъ очевидныхъ тому доказательствъ, между которыми важнѣе другихъ изученіе микроскопическаго строенія тонкихъ пластинокъ к. углей, въ которыхъ постоянно удавалось находить признаки строенія древесины (см. рис. 23 и 24). Можно однако предполагать, что болѣе прочная ткань деревъ сохранилась, а болѣе рыхлая и тонкостѣнная ткань травянистыхъ частей успѣли за то же время совершенно разрушиться). Тѣмъ не менѣе, нельзя не упомянуть про то, что Ф. Моръ, лѣтъ 25 тому назадъ, старался доказывать, что к. угли произошли, если не исключительно, то преимущественно, изъ скопленія водорослей океановъ, сносящихъ своими теченіями ихъ остатки въ опредѣленныя мѣста, причемъ просто понимается какъ образованіе налегающихъ другъ на друга поперемѣнныхъ слоевъ угля, сланцевъ и др. породъ, такъ и большихъ толщъ угля. Свой интересъ въ разборѣ этихъ представленій, конечно, есть, но сущность происхожденія углей изъ обугливающихся подъ водою остатковъ обильной растительности остается, и всего вѣроятнѣе допустить, что происхожденіе к. углей было очень разнообразнымъ: въ сырыхъ болотахъ, подобныхъ тропическимъ, въ устьяхъ рѣкъ, гдѣ скопляются дерева, вырываемыя съ береговъ, въ океанахъ изъ водорослей и т. п.

Рис. 23. Микроскопическій (увелич. въ 200 разъ) разрѣзъ взятый изъ гагата (сплошного однороднаго вида к. углей), полученный Gümbel'емъ, и показывающій деревенистые сосудистые пучки.

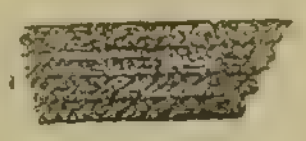


Рис. 24. Гюмбель нашелъ даже въ антрацитѣ Пенсильваніи (обработывая его бѣлильнымъ растворамъ), явные слѣды деревянистаго строенія (увеличеніе въ 100 разъ).

роны, геологическія перемѣщенія (подъемы и опусканія, сдвиги, прорывы, размываніе водою и т. п.) не открывали этихъ подземныхъ черныхъ горючихъ прослоекъ въ обрывахъ горъ, по берегамъ рѣкъ и т. п., а съ другой стороны, если бы научная пытливость не внесла своего освѣщенія въ темноту подземныхъ глубинъ. Это научное освѣщеніе показало и очертило тѣ бассейны, гдѣ скопились каменные угли. Англія и Шотландія были первыми странами, въ которыхъ стали примѣнять каменный уголь для топки, вырабатывать, начиная съ выходовъ слоевъ, доходящихъ до земной поверхности, и изучать манеру залеганія углей въ землѣ, гдѣ обыкновенно или располагаются другъ надъ другомъ многіе нетолстые (въ метръ и менѣе) слои, или встрѣчаются мощные (въ нѣсколько метровъ), до 40 и болѣе метровъ, какъ въ южно-французскихъ бассейнахъ, немногочисленные (рѣдко единичные) пласты, почти всегда наклонные къ горизонту, иногда даже падающіе почти вертикально—несомнѣнно отъ позднѣйшихъ мѣстныхъ опусканій и подъемовъ, возбуждаемыхъ подъемомъ горныхъ кряжей и часто производящихъ разрывы, сдвиги и перегибы напластованій. Чаще и обширнѣе всего такіе каменно-угольные бассейны отвѣчаютъ тому древнему геологическому періоду, который названъ каменноугольнымъ, но въ болѣе раннихъ (рѣдко) и въ позднѣйшія эпохи, напр. въ юрской и третичной, встрѣчаются подобныя же образованія — всегда, однако, въ ограниченныхъ бассейнахъ. Примѣромъ наиболѣе обширныхъ бассейновъ могутъ служить: Пенсильванскій бассейнъ, около Аллеганскихъ горъ въ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ, уже сильно эксплуатируемый, Кузнецкій бассейнъ въ Томской губ., сѣвернѣе Барнаула, еще почти совершенно не тронутый, и нашъ Донецкій бассейнъ; но чаще бассейны не велики по размѣрамъ, напр. во всей Франціи насчитываютъ въ ея многочисленныхъ бассейнахъ около 4000 кв. километровъ, тогда какъ напр. одинъ Донецкій бассейнъ занимаетъ примѣрно около 20.000 кв. килом.

Но, конечно, не природное богатство земныхъ нѣдръ к. углемъ опредѣляетъ его добычу, зависящую исключительно отъ развитія промышленности, получающей въ к. углѣ концентрированное топливо и могущественнаго помощника. Такимъ образомъ, данныя о годовой добычѣ к. углей въ данной странѣ показываютъ, съ одной стороны, существованіе въ ней своихъ бассейновъ (ихъ напр. нѣтъ въ Даніи и на Скандинавскомъ полуостровѣ), а съ другой—степень развитія промышленныхъ потребностей. Данныя эти мы приводимъ въ отдѣльности лишь для странъ, гдѣ добыча не менѣе, чѣмъ въ Россіи, и выражаемъ въ милліонахъ метр. тоннъ (1 такая тонна = 61 пуду) и притомъ для двухъ лѣтъ, разстоящихъ на 10 годовъ, чтобы показать быстроту возрастанія добычи:

Милліоны тоннъ.	1881 г.	1891 г.	1893 г.
С. Ам. Соед. Штат.	89,1	153,9	180
Великобританія. . .	159,1	188,5	
Франція.	20,6	26,2	
Германія	65,4	94,3	[2 bis]
Бельгія	17,6	19,9	
Австро-Венгрія. . .	15,6	27,0	
Россія.	3,5	6,3	
Проч. страны, около	12,2	18,4	
Милл. тоннъ всего.	383	535	

Такъ какъ добыча к. углей не только повсюду, гдѣ заведена, расти продолжаетъ, но и вновь продолжаетъ зарождаться во многихъ мѣстахъ и нерѣдко съ большою силою, особенно на прибрежьяхъ Тихаго океана (въ Японіи, на Сахалинѣ, въ Австраліи и др.), то современную добычу нельзя считать менѣе 600 милл. тоннъ (около $3^1/_2$

[2 bis] Для сосѣдней намъ Германіи привожу перечисленіе главнѣйшихъ бассейновъ: 1) Нижнерейнскій, Вестфальскій или Рурскій басс. (2800 кв. килом.) производитъ въ годъ около 25 милл. тоннъ лучшаго для Германіи угля, отъ антрацита до газоваго угля; 2) Пфальцскій или Заарскій басс. (385 кв. к.) производитъ около 5 м. тоннъ жирныхъ и сухихъ к. углей; 3) Верхнесилезскій басс. (3000 кв. кил.) примыкаетъ къ австрійскому (Галиція 1000 кв. к.) и русскому (Домбровскому 600 кв. к.) бассейнамъ, даетъ въ годъ около 15 милл. тоннъ всякихъ (и хрупкихъ) углей средняго состава; 4) Нижнесилезскій (200 кв. к.); 5) Саксонскій (Цвикау, 220 кв. к.) и 6) Ахенскій бассейны менѣе обширны, а для бурыхъ кам. углей въ Германіи особо значительны саксонскія и бранденбургскія мѣсторожденія, доставляющія въ годъ около 20 милл. тоннъ.

милліардовъ пуд) въ годъ или болѣе 20 пуд. на каждаго обитателя земли.

Б) Русская добыча по бассейнамъ и годамъ:

Тысячи пудовъ:	1880 г.	1886 г.	1893 г.
Донецкій бас.	86317	128655	239832
Домбровскій »	78449	129057	193359
Подмосков. »	25118	15652	10940
Уральскій »	7217	12107	15889
Киргизскій »	1240	306	100
Кіевскій »	534	860	472
О-въ Сахалинъ	502	410	751
Кузнецкій »	485	873	1018
Кавказъ »	387	133	1612
Туркестанъ »	305	340	833
Онежскій »	200	—	1
Милл. пудовъ.	200,8	272,4	464,8

Въ 1894 г. получено 528,5 м. пуд.

Вся добыча быстро растетъ, но все-же сравнительно мала, не потому, чтобы у насъ было мало к. углей, т. е. не по недостатку богатыхъ бассейновъ и спроса, а главное [3] потому, что все промышленное движеніе наше еще очень молодо, а его части не согласованы между собою, и въ устройствѣ путей сообщенія, особенно водныхъ [4], не была до сихъ поръ принята во вниманіе необходимость приноровить ихъ къ дешевому вывозу массы к. углей. Помимо многихъ малыхъ мѣсторожденій, особенное значеніе нынѣ и въ близкомъ будущемъ должны имѣть слѣдующіе бассейны: 1) *Донецкій*, самый важный по обширности и положенію на сѣверъ отъ Азовскаго моря по правому бер. С. Донца, не доходя до береговъ Днѣпра. Онъ простирается съ востока на западъ, примѣрно на 200 верстъ, а съ сѣвера на югъ (отъ Луганска и Лисичанска до хребта Нагольчика въ Міусскомъ уѣздѣ) около на 100 верстъ. Здѣсь встрѣчаются многочисленные пласты (по Кальміусу до 96 пластовъ, по Кундрючей 40 и т. д.), толщиною рѣдко превосходящіе метръ, но зато повторяющіеся въ нѣсколькихъ этажахъ и всѣхъ возможныхъ свойствъ, начиная отъ сухихъ, сходныхъ съ лигнитомъ, близъ Лисичанска, до отличнѣйшихъ — грушевскихъ (29 пластовъ) — антрацитовъ, а въ томъ числѣ и многихъ жирныхъ, коксовыхъ (на югѣ) и газовыхъ (на сѣверѣ). Уголь этотъ добывается уже въ количествѣ:

---

[3] Между обстоятельствами, ограничивающими у насъ добычу всякихъ ископаемыхъ, уже въ [1bis] упомянуто о томъ, что по нашему законодательству права владѣльцевъ поверхности распространяются безпредѣльно на всю глубину нѣдръ земли, тогда какъ уже въ большинствѣ странъ (у насъ только отчасти на земляхъ, принадлежащихъ государству, и въ польскихъ губерніяхъ, по дѣйствующему тамъ особому законоположенію) владѣніе поверхностію распространяется только на опредѣленную небольшую глубину, за которой начинается общегосударственная собственность земныхъ нѣдръ, доступъ къ которымъ открытъ всѣмъ, конечно начиная съ поверхности, которая по соглашенію обязательно отходитъ въ пользованіе начинателю разработки. Не подлежитъ сомнѣнію, что, по мѣрѣ развитія промышленности, и въ Россіи установятся подобные же законы для облегченія эксплуатаціи нѣдръ земли. Чтобы въ примѣрѣ ясно показать, на сколько могутъ вліять подобные законы на количество добычи (а чрезъ то и на цѣну) каменнаго угля, достаточно представить мѣстность, скажемъ напр. въ 50000 десятинъ, лежащую при желѣзной дорогѣ и богатую к. углемъ. Тутъ могли бы устроиться десятки, если не сотни, добывателей, конкуррирующихъ между собою, еслибы права на нѣдра принадлежали начинателю и опредѣлялись опредѣленными размѣрами подземной площади. При дѣйствующихъ же у насъ порядкахъ, одинъ добыватель (или компанія), скупивъ всю землю или снявъ ее въ аренду, можетъ завести только разработку на сотой части занятой земли, но на этомъ—устраняя соперниковъ—зарабатывать то, что ему желательно, не заботясь о расширеніи добычи, всегда сопряженной съ необходимостью до крайности понижать цѣны и улучшать всѣ способы. Застой, замѣчаемый на Уралѣ, и др. обстоятельства заставляютъ думать, что вопросъ о правахъ на разработку нѣдръ земли назрѣлъ уже въ Россіи и ждетъ обдуманнаго рѣшенія.

[4] Имѣю при этомъ въ виду преимущественно Донецкій край, такъ какъ онъ омывается системою рѣкъ, впадающихъ въ Донецъ, судоходство по которому нынѣ совершается только весной, а несомнѣнно возможно, при надлежащемъ регулированіи нижняго теченія этой рѣки (отъ Лисичанска до Дона, вся же длина Донца около 1000 верстъ, почти какъ Рейнъ), впадающей въ Донъ, теченіе котораго также не достаточно регулировано, а восходитъ до Ельца, т. е. до самыхъ центральныхъ частей коренной Россіи, и спускается до Азовскаго моря, откуда морская доставка можетъ снабжать донецкимъ углемъ не только побережья Чернаго моря, но и Средиземное море, берега котораго лишены к.-угольнаго топлива, привозимаго туда изъ Англіи. Искусственные водные пути сообщенія (каналы, регуляціи) въ Англіи, Бельгіи, Германіи и Франціи устраивались за все послѣднее время, именно принимая во вниманіе прежде всего возможность дешевой доставки такихъ матеріаловъ, какъ руды и каменные угли.

1860	1870	1880	1885	1890	1895 г.
6	15½	86½	115	183	315 м. п.

Общій развѣданный запасъ до глубины въ 250 саженъ нельзя считать здѣсь менѣе

1000.000.000.000 пудовъ,

такъ что при добычѣ даже по милліарду п. въ годъ запаса этого достанетъ на 1000 лѣтъ. Изъ вывозимаго съ копей угля (около 200 милл. пуд. въ годъ) желѣзныя дороги берутъ около 30%, желѣзная промышленность около 24%, пароходы около 6%, сахарные заводы около 9%, газовые 1%, др. заводы около 2% и на частное потребленіе идетъ около 28%. Кокса добывается въ годъ около 25 мил. пуд. Рабочихъ на добычѣ около 28000. Идетъ частію моремъ (чрезъ Маріуполь, Ростовъ) въ Одессу и вообще на черноморскіе берега, частію по желѣзнымъ дорогамъ до Москвы, Кіева и даже Петербурга, но не мало потребляется уже и для развивающейся мѣстной промышленности, особенно для выплавки чугуна, его передѣлки въ сталь, добычи соды, стекла, фарфора и т. п., чему содѣйствуетъ и природное богатство края [5]. 2) *Домбровскій* или польскій бассейнъ, примыкающій къ силезскому, не обширенъ, но обладаетъ чрезвычайно мощными (пластъ «Реденъ» имѣетъ до 20 метр. толщины) пластами не спекающагося угля, давшаго основаніе промышленному развитія привислянскаго края. Лишь въ 70-хъ годахъ [5 bis] добыча здѣсь начала превосходить 10—15 мил. пудовъ, но затѣмъ стала быстро расти, а въ 1895 г. достигла уже 225 мил. пуд. Вывозится этого угля мало, весь идетъ на мѣстныя нужды, особенно для желѣзныхъ дорогъ, лодзинскихъ мануфактуръ и для металлургическихъ (желѣзныхъ, цинковыхъ) заводовъ [5 tri]. 3) *Подмосковный бассейнъ* тянется полосою, идущею черезъ Рязанскую, Тульскую и Калужскую губ. Выходовъ угля (здѣсь, какъ и подъ всѣмъ центромъ Россіи, находятся настоящіе каменно-угольные пласты,

[5] Благодатный Донецкій край съ его рудами (начиная съ золотыхъ и ртутныхъ до желѣзныхъ и цинковыхъ) и всякими ископаемыми (богатѣйшая каменная соль, разнообразныя глины, гипсъ и т. п.), съ его водною системою съ одной стор. Донца, съ другой Днѣпра и съ близостію береговъ моря, а сверхъ всего съ его плодородною черноземною почвою и климатомъ—виноградниковъ — естественно назначенъ сдѣлаться однимъ изъ богатѣйшихъ краевъ Россіи. Да и во всемъ мірѣ трудно подыскать сочетаніе столь благопріятныхъ обстоятельствъ, какъ тѣ, которыя совокуплены въ этой странѣ казачества и Новой Россіи. Чтобы видѣть разнообразіе состава донецкихъ углей, приводимъ нѣк. анализы Чирикова и Алексѣева.

Для лисичанскаго (сухого длиннопламеннаго) к. угля Чириковъ нашелъ: влаги 7,4; золы 10,5; c 61,4; h 4,0; s 3,5; Алексѣевъ въ среднемъ для 8 пробъ получилъ: влаги 7,9; золы 4,3; c 69,1; h 4,76 и для двухъ образцовъ Q 6373 и 6912.

Для голубовскаго (Губонина, орловскій пластъ глуб. 32 саж.) газоваго к. угля Чириковъ: кокса 66,5%, влаги 2,1; золы 3,0; s 1,5; c 76,3; h 4,56; Алексѣевъ для голубовскаго пласта (съ шахты № 29, глуб. 38 саж.): кокса 61,9%; влаги 4,8; золы 4,4; c 75,8 и h 4,79%; Q 7117.

Для петромарьевскаго жирнаго к. угля Чириковъ получилъ: кокса 69,6%; влаги 2,1; золы 1,4; c 74,5; h 4,8; s 0,6; Алексѣевъ для угля Петромарьевскаго общества даетъ: влаги 1,5; золы 1,2; c 82,3; h 5,04; кокса 68,2%.

Между многими коксовыми углями приведемъ для примѣра изъ данныхъ Чирикова анализъ ящиковскаго угля (кн. Долгорукаго) съ 29 саж. глубины: кокса 81,4; влаги 1,6; золы 7,0; c 71,5; h 3,4; s 0,4; а изъ данныхъ Алексѣева 1) Нелѣповскій рудникъ, шахта «Ковшупа», пластъ Солененькій: влаги 0,8; золы 2,9; c 82,7; h 5,0; s 2,35; кокса 67,7; Q 7838, 2) Южнорусс. кам. уг. пром. общ., пластъ «Куцый»: влаги 1,2; золы 7,3; c 76,0; h 4,1; кокса 64,0%, 3) шахта № 12 Карпова: влаги 2,0; золы 0,6; c 81,9; h 5,4; Q 7717; кокса 67,0%; 4) Французскаго общества: влаги 0,6; золы 3,3; c 85,7; h 4,6; Q 7896; кокса 78,8% и 5) Берестово-Богодуховскаго товарищества, шахта № 8: влаги 1,2; золы 1,8; c = 85,4; h 5,1; Q 8101; кокса 73,3%.

Для антрацитовъ донецкаго бассейна составъ данъ въ § 8 [23]. Такимъ образомъ здѣсь въ одномъ бассейнѣ добываются кам. угли всѣхъ разрядовъ. Это важно само по себѣ.

[5 bis] Въ 1870 г. для польскихъ губерній вышелъ законъ, по которому права на нѣдра окончательно отдѣлены отъ права владѣнія поверхностію, что, вмѣстѣ съ покровительствомъ внутреннему производству, сильно повліяло на увеличеніе мѣстной добычи угля и всей промышленности края.

[5 tri] Составъ домбровскихъ к. углей довольно однообразенъ. По обязательности пр. Д. П. Коновалова я получилъ аналитическія данныя и теплопроизводит. 9-ти пробъ, изслѣдованныхъ въ Лаб. И. Р. Техническаго Общества г.г. Степановымъ и Мюллеромъ. Средній изъ всѣхъ выводъ: влажности 12,0; золы 4,7; сѣры 1,5; азота 1,1; c 65,52; h 4,09; Q=6523; кокса даютъ 52—59%. Очевидно, что эти угли относятся къ числу сухихъ, содержащихъ еще довольно много кислорода (около 11,1%). Здѣсь же вырабатывается до 2½ милл. пуд. въ годъ бураго к. угля.

часто глубоко прикрытые болѣе поздними отложеніями) много, но пласты мало мощны, и уголь, приближаясь по свойствамъ къ бурымъ углямъ, содержитъ нерѣдко много золы, а потому преимущественно годенъ лишь для мѣстнаго потребленія (не для храненія и вывозки [6]), а такъ какъ здѣсь промышленность еще слабо развита, то и добыча ограничивается 10—15 мил. пуд. въ годъ. Видовъ на будущее развитіе здѣсь очень много. 4) *Уральскій б.* разорванъ выходомъ хребта, а потому расположенъ съ востока и запада отъ него; разрабатываемые угли довольно разнообразны по качеству, но большинство содержитъ много минеральныхъ подмѣсей и сѣры, чѣмъ отчасти объясняется слабая выработка, простирающаяся въ годъ лишь до 10—16 мил. пуд. Употребляется въ мѣстности преимущественно для заводскихъ цѣлей, но кокса не получаютъ, хотя нѣкоторые угли (напр. каменскій) способны его давать и могли бы послѣ промывки давать металлургическій коксъ. Въ южныхъ частяхъ восточнаго склона найдены и антрациты (напр. у деревни Фадиной), но съ большою пропорціею золы (15—20%). [7]. 5) *Кузнецкій б.* (Томской губ.) одинъ изъ обширнѣйшихъ и долженствующихъ со временемъ имѣть большое промышленное значеніе [8], а нынѣ едва начатый разработкою, содержитъ разнородные, полуантрацитовые, жирные и сухіе угли несомнѣнно каменно-угольной эпохи (Иностранцевъ, Венюковъ) [8bis]. 6) Въ Киргизскихъ степяхъ извѣстно нѣсколько мѣсторожденій, часть которыхъ начата разработкой; но въ начатыхъ верхнихъ частяхъ залежей [9] уголь оказался съ большимъ содержаніемъ минерал. подмѣсей [10]. 7) Въ Туркестанскомъ краѣ найдено также нѣсколько богатыхъ мѣсторожденій к. угля, но и они разрабатываются только въ видѣ первыхъ пробъ, которыя дали уголь прекраснаго качества, съ малымъ процентомъ золы [11]. 8) Въ Иркутской и Енисей-

---

[6] Подмосковный уголь, очень легкій по добычѣ, а потому и дешевый на мѣстѣ, мало идетъ въ Москву, особенно вслѣдствіе того, что при храненіи окисляется и разсыпается. Надо думать, что съ распространеніемъ отопленія пылевиднымъ топливомъ потребленіе этого угля должно возрасти. Особенно же можно рекомендовать здѣсь устройство заводовъ на генераторномъ газѣ, если генераторы расположить прямо около копей (или даже въ самихъ копяхъ) и разводить газъ трубами. Чулковскій (Рязанск. губ.) и левинскій (Тульской губ.) уголь содержатъ, по анализу Алексѣева: влаги 9,6 и 16,3; золы 16,7 и 7,6; *c* 56,3 и *s* 7,45; *h* 4,74 и 4,95; Q найдено Алексѣевымъ = 5516 и 5860. Очевидно, что оба угля близки другъ къ другу. Примѣчательнѣйшую особь углей этой мѣстности составляетъ смолистый богхедъ Мураевнинскаго мѣсторожденія (Рязанск. губ.), сходный съ шотландскимъ, дающій при сухой перегонкѣ парафинъ, углеводороды сходные съ керосиномъ (фотогенъ) и ярко свѣтящій (богатый тяж. углеводородами) газъ. Составъ угля, по Алексѣеву: золы 7,6, влаги 8,3, углерода 64,57, водорода 6.81, Q = 7070.

[7] Дамскій и Дьяконовъ для луньевскаго и никитинскаго углей даютъ: влаги 2,1 и 0,9; золы 9,8 и 24,9; сѣры 4,0 и 3,6; *c* 72,0 и 60,3; *h* 4,76 и 4,50; Q 7564 и 6432. Алексѣевъ для каменскаго угля (вост. склонъ) нашелъ: влаги 0.7; золы 7,9; *c* 83,6; *h* 3,49; Q 8044. Ближайшая будущность уральской металлургической промышленности, повидимому, болѣе всего зависитъ отъ рѣшенія вопроса о правахъ на нѣдра земли [3] и отъ развитія подъѣздныхъ путей для доставки рудъ или древеснаго и минеральнаго топлива. Каменный уголь, конечно, долженъ играть свою роль на Уралѣ, но тамъ мѣстами еще такъ много лѣсовъ, что они могли бы давать еще массу потребнаго для дѣла чистаго древеснаго топлива; сверхъ того тамъ много торфа и послѣ обогащенія вѣроятно (судя по составу) многіе угли дадутъ хорошіе брикеты и коксъ.

[8] Особенно же для промышленнаго района Зап. Сибири, вслѣдствіе обширной обской водной системы и великой сибирской ж. дороги. Причина малой разработки — великіе сибирскіе лѣса и ничтожное до нынѣ развитіе всѣхъ отраслей промышленности.

[8bis] Для примѣра приводимъ два анализа (1894) Байкова. Колчанское мѣсторожденіе: *вл.* 0,95; *зол.* 3,2; *c* 85,96; *h* 4,02; *n* 0,86; *s* 0,73; *Q* по опыту равно 8486. Журинскій пластъ: *вл.* 4,3; *зол.* 1,2; *c* 70,3; *h* 4,7; *n* 1,1; *s* 0,3; *Q* = 6979.

[9] Верхнія (головы) части пластовъ к. углей, близкія къ земной поверхности, обыкновенно бываютъ худшаго качества, чѣмъ въ глубинахъ. При правильной выработкѣ въ большомъ видѣ всегда и проводятъ такъ шахту, чтобы встрѣтить пластъ на глубинѣ, но начальная разработка, ради дешевизны затратъ, обыкновенно начинается съ выходовъ и продолжается вдоль по пласту.

[10] Среднее изъ 15 анализовъ киргизскихъ к. углей Алексѣева дало: влаги 3,3; золы 28,9; *c* = 56,04; *h* = 2,19; Q = 5087, что даетъ на безводный и беззольный уголь Q около 7500 и показываетъ, что эти угли могутъ имѣть большое примѣненіе, особенно важное въ виду малой лѣсистости края.

[11] Среднее для туркест. углей, Алексѣевъ: влаги 12,7; золы 4,0; *c* 65,6; *h*=3,95; Q=5940.

*

ской губ. также извѣстны каменноугольные выходы; но особое значеніе имѣютъ 9) Сахалинскіе угли [12] и 10) бассейна, близкаго къ Владивостоку (близъ берега океана), потому что начаты уже разработкою, представляютъ прекрасныя качества и могутъ имѣть большое значеніе для укрѣпленія русской промышленности на Тихомъ океанѣ, гдѣ японскіе и тонкинскіе к. угли начали уже играть замѣтную роль. 11) *Кутаисскій* бас. по своему положенію въ Закавказьи, близъ Чернаго моря, имѣетъ важное значеніе, тѣмъ болѣе, что особая вѣтвь ж. дороги соединяетъ богатое Тквибульское мѣсторожденіе [13] съ Закавказскою жел. дорогою. Уголь неспекающійся, но хорошихъ качествъ и, если бы тому не препятствовала дешевизна бакинскихъ нефтяныхъ остатковъ, нашелъ бы широкое примѣненіе во всемъ Закавказьи, нынѣ же добывается всего около 2-хъ мил. пуд. 12) Изъ добываемыхъ ископаемыхъ углей упомянемъ еще о. *кіевскомъ* буромъ углѣ, примѣняемомъ на окрестныхъ заводахъ и получаемомъ въ количествѣ около 500 тыс. пуд. въ годъ [14]. 13) Затѣмъ изъ русскихъ углей свою извѣстность имѣетъ *шунгитъ* Олонецкой губ. [15], отличающійся исключительно большою плотностію и твердостію, которыя затрудняютъ самое его горѣніе и заставили проф. Иностранцева считать его представителемъ особаго видоизмѣненія углерода, отчасти напоминающаго графитъ. Наконецъ, упомянемъ еще, что въ Тверской губ. давно извѣстны мѣстонахожденія к. углей, но они по развѣдкамъ и пробамъ добычи не представляютъ слоевъ, допускающихъ обширную разработку. Признаки и образцы углей извѣстны и во многихъ другихъ мѣстахъ Россіи, но полныхъ свѣдѣній о ихъ количествахъ и благонадежности (т. е. достаточной для разработки мощности) не имѣется. Но и того, что достовѣрно извѣстно, особенно по отношенію къ донецкимъ, польскимъ, подмосковнымъ, уральскимъ, сахалинскимъ и кузнецкимъ углямъ, достаточно для обезпеченія Россіи обильной возможности развить широкую промышленную дѣятельность при содѣйствіи своего ископаемаго угля, хотя въ отношеніи къ нему нѣкоторые края нашей страны одарены бѣднѣе, чѣмъ большинство Запад. Европы [16], другіе же

---

[12] Для двухъ сахалинскихъ углей Алексѣевъ даетъ среднее: влаги 1,5; золы 3.3; сѣры 0,1; азота 1,4; *c* 81,1; *h* 5,76; Q = 8466. Миклашевскій для 4-хъ среднихъ пробъ даетъ: влаги 0,7—7,8; золы 2,1—15,4; сѣры 0,7—1,0; *c* 65,8—86,8; *h* 4,44—5,57; Q 6504—8075.

[13] По Алексѣеву, тквибульскій (михайловскій) уголь (толщина пласта до 10 сяж., паденіе 38°) даетъ: влаги 8,9; золы 7,6; *s* 1,1; *n* 0,9; *c* 65,45; *h* 4,26; Q = 6275. По анализу Рудиева: влаги 7,1; золы 11,1; *c* 65,2; *h* 5,2; *o* 10,5; *s* 1,0%. Кокса въ среднемъ получается около 56%, золы 11%. Такъ какъ уголь хрупокъ и содерж. много золы, то его обогощаютъ промывкою (§ 15) и при помощи нефтяной смолы часть превращаютъ въ брикеты (§ 16). Разработка началась благодаря настойчивой инициативѣ Новосельскаго.

[14] Составъ кіевскаго бураго угля по Алексѣеву: влажности 25,5; золы 8,7%; с 46,0; *h* 4,2 и слѣд. *o* + *n* = 15,6% (Лисенко нашелъ менѣе водорода въ орган. части). Бурые угли извѣстны и въ Сибири (2 лигнита Томск. губ.); указаны въ § 8 [24].

[15] Составъ олонецкаго шунгита, по даннымъ проф. Иностранцева: влаж. 7,8; золы 1,0; *c* 90,5; *h* 0,4; *n* 0,4.

[16] Это относится особенно къ пространству или къ разстоянію отъ мѣстъ нахожденія углей, что указываетъ съ одной стороны на особую важность у насъ для роста промышленности развитія дешевыхъ водныхъ путей сообщенія [Ibis], а съ другой даетъ явное указаніе на то, что широкаго промышленнаго развитія можно ждать у насъ скорѣе всего въ тѣхъ частяхъ страны, которыя ближе къ богатымъ угольнымъ запасамъ, особенно же въ донецкомъ, польскомъ, подмосковномъ, уральскомъ и западно-сибирскомъ краяхъ. Однако, нельзя не замѣтить, что геологическое изученіе Россіи, со временъ Мурчисона, показало необыкновенно сильное и широкое, хотя и своеобразное, развитіе у насъ каменноугольной почвы. Она, напримѣръ, навѣрное, залегаетъ подъ всею центральною и восточною частію Россіи, хотя и прикрыта въ большей части своей болѣе поздними образованіями, а это позволяетъ думать, что на значительныхъ, еще вовсе не обслѣдованныхъ, глубинахъ, быть можетъ, найдутся у насъ новыя залежи к. углей, совершенно не выступающія нигдѣ на поверхность земли. Такъ, напр., подъ Москвой, лежащей на юрской почвѣ, должно ждать каменноугольной почвы, а въ ней быть можетъ будутъ и свои угли. Почвы Зап. Европы гораздо болѣе, чѣмъ почва Россіи, подверглись позднѣйшимъ перемѣнамъ—подъемамъ, изгибамъ и т. п., а потому въ нихъ болѣе условій для выступа на поверхность всякихъ слоевъ, чего нѣтъ въ громадной русской равнинѣ, самый рельефъ которой на разстояніи 1500—2000 верстъ отъ Урала до Карпатъ и Финляндіи не представляетъ возвы-

снабжены имъ по количеству и качеству столь изобильно, что лучшаго и желать невозможно.

Хотя, какъ видно изъ вышеприведенныхъ чиселъ, добыча к. угля въ Россіи возрастаетъ ежегодно, примѣрно на 20 милл. пуд., но возрастающая за послѣднее время потребность промышленности все еще не можетъ удовлетворяться внутреннимъ производствомъ к. угля и онъ, равно какъ и коксъ, не смотря на существующіе оклады таможенныхъ пошлинъ, отчасти ввозится изъ заграницы, а именно ввезено:

Милл. пуд	1890	1892	1893	1894	1895
Кам. угля	94,0	87,8	104,7	120,1	117,6
Кокса	12,3	14,0	17,7	17,7	18,9

Главная масса иностраннаго к. угля (около 78 м. п.) идетъ въ Петербургъ, а кокса (около 12 м. п.) въ польскія губерніи. Причина понятна: Петербургъ очень удаленъ отъ русскихъ к. угольныхъ бассейновъ, польскій же уголь—кокса не даетъ, а онъ необходимъ для мѣстной добычи чугуна.

Всю современную русскую потребность въ каменномъ углѣ нынѣ должно считать близкою къ 700 милл. пуд. въ годъ, хотя домашняя потребность едвали расходуетъ даже 10%, главную же часть берутъ (Кеппенъ): металлургія 25%, желѣзныя дороги 19%, пароходы 7% и всякіе заводы и самыя копи 39%, что явно показываетъ у насъ, какъ повсюду, тѣсную зависимость самаго начала и развитія добычи отъ степени процвѣтанія всей промышленной дѣятельности.

В) Общій видъ и свойства ископаемаго угля столь всѣмъ извѣстны, что нѣтъ надобности надъ этимъ останавливаться [17] и прямо должно перейти къ дѣленію всѣхъ ископаемыхъ углей на три главныхъ разряда: бурыхъ углей (или лигнитовъ), собственно каменныхъ углей и антрацитовъ, хотя это, какъ и всѣ дальнѣйшія подраздѣленія, не рѣзко, представляетъ переходныя формы. По внѣшнимъ свойствамъ различіе ихъ основывается прежде всего на томъ, что въ мелкомъ порошкѣ только к. угли и антрациты имѣютъ черный цвѣтъ, а бурые угли и лигниты — бурый или коричневый. Антрациты плотнѣе, вязче и тверже настоящихъ к. углей и, нагрѣтые въ пламени паяльной трубки [18], трудно загораются, горятъ не образуя свѣтящаго пламени, вынутые же изъ пламени тухнутъ. Настоящіе кам. угли въ пламени паяльной трубки загораются легко, даютъ яркое пламя, но вынутые изъ пламени тоже тухнутъ, тогда какъ бурые угли, какъ дерево, и загораются легко, образуя яркое пламя, и вынутые изъ пламени продолжаютъ горѣть. Это прямо связано съ различіемъ состава, такъ какъ бурые угли приближаются къ дереву и торфу, а потому содержатъ еще много водорода и кислорода [19].

шеній, превосходящихъ двойную высоту Исакіевскаго собора (Тилло).

[17] Но слѣдуетъ упомянуть о томъ, что хотя рѣдко, однако бываютъ не сплошныя твердыя массы угля, а онъ является въ видѣ порошка или породы, разсыпающейся въ порошокъ при добычѣ. Такой уголь иногда проходятъ шахтами, отыскивая плотныя образованія, такъ какъ донынѣ въ топку привыкли примѣнять исключительно куски угля. Но въ настоящее время начало широко распространяться пылевидное топливо, потому что оно, какъ увидимъ въ § 16, очень выгодно въ топкѣ, а потому разсыпчатые к. угли могутъ получить особое значеніе, такъ какъ трудъ размола для нихъ облегченъ природою. Это замѣчаніе особо важно для углей подмосковнаго бассейна, гдѣ часто находятся пренебрегаемые понынѣ слои углей, разсыпающихся въ порошокъ. Слѣдовало бы сдѣлать въ этомъ отношеніи (равно какъ и въ отношеніи къ превращенію въ брикеты — опыты умножить) соотвѣтственныя изслѣдованія.

[18] Для этого кусочекъ испытуемаго угля или кладется на платиновую пластинку, или, что лучше, зажимается и обвертывается въ платиновую проволоку и въ этомъ видѣ вносится въ несвѣтящую часть пламени паяльной трубки или просто въ блѣдное пламя газовой лабораторной (такъ наз. бунзеновской) горѣлки

[19] Въ деревѣ (§ 11) всегда болѣе водорода, чѣмъ слѣдуетъ по содержанію кислорода для образ. воды (т. е. 8 $h > o$), но менѣе чѣмъ слѣдуетъ по содерж. углерода въ составѣ клѣтчатки (т. е. 72 $h < 10\ c$). Первое и второе всегда повторяется и еще усиливается въ ископаемыхъ угляхъ. Такъ напр., въ лигнитахъ 8 h около 35, а o около 20; отношеніе около 1,75 къ 1, въ газовыхъ угляхъ это отношеніе около 30 : 7 или 4 къ 1, а въ деревѣ оно 1,1 : 1, слѣд. отношеніе для 72 h къ 10 c для клѣтчатки = = 1 : 1, для дерева около 1 : 1,15, для лигнитовъ около 1 : 1,8, для газовыхъ углей около 1 : 2.2, для антрацитовъ около 1 : 6,7. Это показываетъ, что при послѣдовательномъ переходѣ отъ состава клѣтчатки и дерева къ составу антрацита возрастаютъ единовременно два отношенія: h/o и c/h. Грюнеръ для класси-

Антрациты подходятъ къ чистому углю и содержатъ очень мало кислорода и водорода, а настоящіе каменные угли представляютъ средній составъ, а потому, образуя при накаливаніи горючіе газы и пары, оставляютъ трудно горящій коксъ [20]. Залеганіе бурыхъ углей въ самыхъ позднихъ по геологическому времени, т. н. третичныхъ, образованіяхъ, а антрацитовъ—въ наиболѣе старыхъ или подвергшихся метаморфированію, геологически ниже лежащихъ породахъ—согласуется съ вышеприведеннымъ и позволяетъ думать, что всѣ ископаемые угли имѣютъ одинаковое происхожденіе и отличаются только болѣе или менѣе прогрессированнымъ обугливаніемъ, стремясь изъ бурыхъ углей переходить въ антрациты чрезъ формы настоящихъ кам. углей [21]. Уплотненіе массы, опредѣляемое при этомъ выдѣленіемъ болѣе легкихъ составныхъ началъ, согласуется съ тѣмъ же порядкомъ. Дерево (сухое) имѣетъ плотность (по отношенію къ водѣ) обык. отъ 0,4 до 0,8, бурые угли и лигниты обык. отъ 0,9 до 1,2, настоящіе кам. угли отъ 1,2 до 1,4, антрациты отъ 1,5 до 1,6—конечно помимо каменистыхъ породъ и колчедановъ, которые сопровождаютъ всякіе угли въ большемъ или меньшемъ количествѣ [22].

фикаціи ископаемаго топлива выбралъ первое изъ этихъ отношеній, но мнѣ кажется удобнѣе взять второе, потому что c и h прямо опредѣляются при анализѣ, а содержаніе кислорода находится изъ остатка и устанавливается вообще менѣе точно; полное же понятіе о составѣ даетъ совокупность обоихъ отношеній. Далѣе я привожу какъ отношеніе c/h, такъ и o/h, (или что почти тоже h/c и o/c [27]), первое возрастаетъ, а второе падаетъ при переходѣ отъ дерева къ антрациту. Для клѣтчатки $c/h = 7{,}2$ и $o/h = 8$, для дерева первое около 8,3, второе 7,2, для торфа первое около 9,8, второе около 5,2. Въ кам. углѣ и др. видахъ топлива часто отличаютъ содержаніе горючаго (disponible) водорода отъ сгорѣвшаго, то есть отвѣчающаго содержанію кислорода, слѣд. называютъ $(h - o/8)$ горючимъ водородомъ [27].

[20] При сухой перегонкѣ происходитъ въ общихъ чертахъ тотъ же процессъ, какъ при переходѣ отъ дерева, чрезъ лигниты и к. угли, къ антрациту, т. е. часть углерода выдѣляется съ водородомъ, часть съ кислородомъ, а часть этихъ послѣднихъ даетъ воду. Остающійся отъ дерева или бураго угля угольный остатокъ самъ горѣть продолжаетъ, а коксъ тухнетъ только вслѣдствіе пористости перваго изъ нихъ и большей компактности второго. Количество (§ 6) и качество кокса или нелетучаго остатка отъ прокаливанія безъ доступа воздуха служатъ важною характеристикою видовъ к. углей. Въ качественномъ отношеніи особо важны для практики: *спекаемость* кокса, зависящая отъ содержанія размягчающихся въ жару смолистыхъ началъ, и *плотность* остающагося кокса. Жирные угли даютъ спекаемость, а плотность, соединенная со спекаемостію, наиболѣе свойственна настоящимъ «коксовымъ» или «металлургическимъ» к. углямъ. Газовые угли даютъ хотя спекшійся, но неплотный, ноздреватый коксъ, именно по той причинѣ, что выдѣляютъ въ размягченномъ состояніи много паровъ и газовъ.

[21] Такое представленіе о ходѣ образованія и постепеннаго измѣненія к. углей не только естественно возникаетъ при сравнительномъ ихъ изученіи, но и оправдывается тѣмъ, что изъ каменноугольныхъ пластовъ, какъ изъ болотъ, продолжаютъ и по нынѣ (хотя и медленно) выдѣляться болотный газъ CH^4 и углекислый CO^2. Послѣдній большею частію растворяется въ водѣ, а первый составляетъ причину тѣхъ опасныхъ взрывовъ, которые бываютъ въ каменноугольныхъ копяхъ (отъ воспламененія смѣси съ воздухомъ) и устраняются усиленною вентиляціею и употребленіемъ электрическихъ и предохранительныхъ лампъ Дави и сходныхъ съ ними, то есть пріемами современной эксплуатаціи к. углей, изучаемыми въ сочиненіяхъ по горному дѣлу. Указанное однообразіе общаго способа происхожденія всякихъ видовъ ископаемаго топлива не исключаетъ возможности существованія такихъ особыхъ видоизмѣненій, какъ наприм. богхедъ или гагатъ (см. рис. 23). Этотъ послѣдній представляетъ твердый и вязкій, хорошо полирующійся, черный к. уголь, изъ котораго дѣлаютъ украшенія. Находятъ гнѣздами. Составъ гагата (крымскаго и гвинейскаго) по Алексѣеву: влаги 2%; золы около $^1/_2\%$; c около 80%; h около $5{,}3\%$; Q около 7900 ед. т. Подобныя исключительныя формы к. углей, быть можетъ, и произошли въ особо-исключительныхъ условіяхъ.

[22] Сѣрный или желѣзный колчеданъ FeS^2 составляетъ обычнѣйшую подмѣсь к. углей; часто угли проникнуты колчеданами, иногда наблюдается залеганіе другъ надъ другомъ слоевъ того и другаго. Эту совмѣстность, повидимому, должно объяснять пропитываніемъ слоевъ угля растворомъ сѣрнокислыхъ солей окисловъ желѣза, происходящихъ чрезъ окисленіе воздухомъ и водою изъ изверженныхъ породъ (угли произошли въ большей части случаевъ ранѣе поднятія изверженныхъ породъ), содержащихъ сѣрнистое желѣзо, что въ рудникахъ, содержащихъ такіе минералы, всегда замѣчается, а затѣмъ обратно изъ соли возстановилось сѣрнистое желѣзо подъ вліяніемъ легко окисляемыхъ началъ каменныхъ углей. Подмѣсь колчедана въ значительномъ количествѣ дѣлаетъ уголь негоднымъ для топки; хотя смѣсь горитъ, но развиваетъ много SO^2. Умѣренная подмѣсь и та содѣйствуетъ «вывѣтриванію» углей, состоящему часто въ окисленіи колч. и иногда въ распаденіи связности углей. Часть колчедановъ отбираютъ руками, часть вымываютъ при сор-

Въ отношеніи *бурыхъ углей* должно замѣтить, что нѣкоторые изъ нихъ представляютъ землистый видъ, напоминающій торфъ, и какъ онъ содержатъ много воды; для выгоднаго пользованія ими ихъ часто сушатъ и прессуютъ подобно торфу (§ 16). Болѣе связности представляютъ настоящіе лигниты, въ которыхъ видны остатки древеснаго строенія. Эти по составу и свойствамъ ближе всего подходятъ къ едва обугленному дереву. Самый цѣнный для топлива матеріалъ доставляютъ такъ называемые смолистые бурые угли, приближающіеся во всѣхъ отношеніяхъ къ тощимъ каменнымъ углямъ и имѣющіе уже видъ каменныхъ углей. Всѣ бурые угли при накаливаніи оставляютъ легко разсыпающійся въ порошокъ угольно-коксовый остатокъ, безъ слѣдовъ спекаемости, болѣе напоминающій древесный уголь, чѣмъ настоящій коксъ. Богемія и ея Рудныя горы особо изобилуетъ пластами бурыхъ углей. Для практическаго примѣненія весьма важно обратить вниманіе на легкую окисляемость на воздухѣ большинства бурыхъ углей, что свойственно и многимъ обыкновеннымъ кам. углямъ (особенно газовымъ), но не въ столь сильной мѣрѣ. Окисленіе на воздухѣ бурыхъ углей не только ведетъ къ уменьшенію массы и ея теплопроизводительности, но и къ самонагрѣванію, даже самовоспламененію складовъ. Въ химическомъ составѣ часто бываетъ много воды и золы, такъ что въ среднемъ во всѣхъ сортахъ, кромѣ настоящихъ лигнитовъ, нельзя — даже послѣ долгаго лежанія на воздухѣ, принять въ нихъ менѣе 8—10% влажности, а въ остальной (органической) массѣ отношеніе углерода къ водороду c/h отъ 12 до 15, отношеніе же кислорода къ водороду отъ 4 до 7. Поэтому приближенный средній составъ: I лигнитовъ, II бѣдныхъ и III богатыхъ углеродомъ бурыхъ углей можно считать:

Бурые угли.	I.	II.	III.	Сред.
Влажности . .	7	9	8	8,0%
Золы+сѣры . .	7	9	8	8,0 »
Углерода . . .	54	56,8	59,6	56,8 »
Водорода . . .	4	4,2	4,4	4,2 »
Азота	1	1	1	1,0 »
Кислорода. . .	27	20	19	22,0 »

Этому составу отвѣчаетъ Q примѣрно отъ 4950 до 5650 ед. т., въ среднемъ около 5280 ед. тепла; а считая воду въ парахъ, Q' около 5010 ед. т., считая же на безводное и беззольное вещество Q около 6500, что согласуется съ лучшими изъ извѣстныхъ опредѣленій и показываетъ, что теплопроизводительность бурыхъ углей вообще выше, чѣмъ дровъ и торфа, но ниже, чѣмъ обык. к. угля.

Куб. метръ вмѣщаетъ около 700 клгр. или куб. сажень около 400 пуд. бураго угля въ кускахъ средней величины (а каменные угли вообще отъ 700 до 1000 килогр. въ куб. метрѣ кусковъ, а въ сплошной массѣ залежи отъ 1200 до 1600 килогр.). Не считая воду и золу, бурые угли оставляютъ при накаливаніи 30—50% угля. Горятъ длиннымъ сильно коптящимъ пламенемъ.

Изъ настоящихъ *каменныхъ углей* ближе всего по составу и свойствамъ къ предшествующему классу подходятъ *сухіе* (тощіе) *длинно-пламенные* угли, оставляющіе при накал. 50—60% неспекшагося кокса, имѣющаго форму кусковъ самаго угля. Образуя много воды и газообразныхъ продуктовъ разложенія, угли эти даютъ при горѣніи длинное пламя. Ихъ много въ Шотландіи и Верхней Силезіи. Наши польскіе угли, лисичанскій и ткварбульскій относятся сюда. Ихъ природная вязкость уменьшается при храненіи на воздухѣ отъ окисленія, но все же они не такъ легко окисляемы, какъ бурые угли. Въ составѣ содержится обыкновенно 5—7% влажности, рѣдко менѣе, во всякомъ случаѣ болѣе, чѣмъ въ дальнѣйшихъ разрядахъ кам. углей; золы обыкновенно немного, около 3—5%; отношеніе углерода къ водороду отъ 14 до 16 : 1, кислорода къ водороду отъ 1,7 до 3,0 : 1, а потому составъ:

Сухой уголь.	отъ —	до;	среднее.
Влажности . . .	4,5 —	7,5	6,0
Золы и сѣры. .	3,0 —	5,0	4,0
Углерода	65,0 —	81,4	73,2
Водорода	4,2 —	5,4	4,8
Азота	0,7 —	1,3	1,0
Кислорода . . .	9,0 —	13,0	11,0

тированіи водою, а часть всегда остается въ углякъ. Однако, лучшіе изъ углей содержатъ лишь такъ мало FeS^2, что горючей сѣры получаются лишь слѣды или части процента. Когда такой сѣры болѣе 3%—уголь уже плохъ.

Поэтому Q (вода жидк.) отъ 6000 до 8000, въ среднемъ около 7000 (а на органическую часть Q около 7780 при c=81,3%) или Q′ (вода парообр.) въ среднемъ около 6700 ед. тепла, что почти въ два раза превосходитъ Q′ для дерева (3400) въ его обычномъ состояніи, и опытъ это подтверждаетъ. Сухіе угли примѣняются въ Шотландіи прямо для выплавки чугуна въ доменныхъ печахъ [22 bis].

Но наиболѣе важны по примѣненію во множествѣ случаевъ *жирные или спекающіеся кам. угли*, характеризующіеся тѣмъ, что они при накаливаніи, прежде чѣмъ обратятся въ коксъ, подвергаются нѣкоторому размягченію, отдѣльные куски спаиваются и, выдѣляя летучіе и газообразные продукты разложенія, оставляютъ болѣе или менѣе пористый коксъ, который, какъ увидимъ далѣе (§ 15), этимъ способомъ и получается для металлургическихъ потребностей. Эта спекаемость столь развита въ настоящихъ жирныхъ углях, что порошокъ такого угля даетъ сплошную массу кокса и находится явно въ связи съ содержаніемъ смолоподобныхъ углеводородныхъ составныхъ началъ, вслѣдствіе чего въ этихъ углях, вообще, много водорода и мало кислорода, чѣмъ опредѣляется и большая ихъ теплопроизводительность, значительная хрупкость (легко ломаются, крошатся), а также и малая гигроскопичность, до того, что въ среднемъ угли этого рода, защищенные отъ дождевой воды, содержатъ обыкновенно лишь 1—3% влажности [23].

Между жирными углями должно различить два главныхъ разряда: горящіе длиннымъ и коротким пламенемъ, иначе: газовые и настоящіе коксовые и кузнечные кам. угли. *Газовые к. угли* горятъ длиннымъ пламенемъ по той причинѣ, что, подобно предшествующимъ, сухимъ, даютъ при накаливаніи много паровъ и газовъ, оставляя (при нагрѣваніи безъ доступа воздуха) около 65% ноздревато-пористаго кокса. Хотя эти угли даютъ менѣе газа, чѣмъ сухіе, но за то ихъ газъ содержитъ болѣе углеводородныхъ началъ (менѣе H^2, CO^2 и CO) и горитъ ярче, а потому угли эти служатъ главнымъ матеріаломъ для производства свѣтильнаго газа. Но они также весьма цѣнны по высокой своей теплопроизводительности и длинному пламени, для топки котловъ. Они изобилуютъ въ Шотландіи, въ Mons въ Бельгіи, на Луарѣ и въ департ. Па-де-Кале во Франціи, въ Вестфаліи и около Заабрюкена въ Германіи и у насъ въ сѣверной части Донецкаго бассейна, около Голубовки. Часто они имѣютъ черно-матовый цвѣтъ и легко загораются «какъ свѣча» (cannel coal въ Англіи). Для этихъ углей отношеніе $c:h$ близко къ 15—17 : 1, а отношеніе $o:h$ къ 1,4—2,3 : 1, а потому ихъ обычный составъ:

Газовые угли.	отъ	—	до	среднее.
Влажности . . .	4,0	—	1,0	2,5
Золы и сѣры . .	7,0	—	3,0	5,0
Углерода	75,0	—	84,0	79,5
Водорода	4,7	—	5,3	5,0
Азота	0,8	—	1,2	1,0
Кислорода . . .	6,0	—	8,0	7,0

Поэтому для нихъ Q (вода въ жидкомъ видѣ) отъ 7100 до 8400, въ среднемъ около 7750 (слѣд. на органическ. часть Q около 8380 при 85,9% углер.), а Q′ (вода въ парахъ) около 7500 ед. тепла.

Еще большею теплопроизводительностію отличаются настоящіе металлургическіе или *коксовые угли*, потому что

[22 bis] Для доменной плавки можно примѣнять сухіе угли и антрацитъ, но нельзя жирные угли—ихъ надо сперва коксовать именно по той причинѣ, что, сгорая, куски сухихъ углей, антрацитовъ и кокса не мѣняютъ своей формы (только обгораютъ снаружи, постепенно умепьшаясь въ объемѣ). Это важно для того, чтобы сводъ топлива въ доменной печи выдерживалъ тяжесть надъ нимъ лежащихъ слоевъ. Размягчающіеся при горѣніи—жирные угли не могутъ этого выполнять.

[23] Лежа подъ дождемъ, особенно мелочь, конечно, смачивается водою и тогда даже бываетъ 10% воды. Не подлежитъ сомнѣнію, что (гигроскопичность) способность видовъ топлива втягивать влагу воздуха — находится въ связи не съ однимъ элементарнымъ составомъ, а болѣе всего съ состояніемъ поверхности частицъ, изъ которыхъ слагается вещество. Такъ, смолистый торфъ, удерживающій 20 — 25% воды въ своемъ естественномъ видѣ, послѣ прессованія въ нагрѣтомъ состояніи не поглощаетъ изъ воздуха болѣе 11—12% влажности. Смолистое начало при нагрѣваніи размягчается и, облекая частицы, преграждаетъ впитываніе влаги, какъ парафинъ или воскъ дѣлаютъ бумагу мало гигроскопическою и не смачиваемою водою.

въ нихъ возвышена пропорція углерода и уменьшенъ процентъ кислорода, хотя въ то же время водорода и немного менѣе, чѣмъ въ газовыхъ углях. Они загораются уже труднѣе и даютъ болѣе короткое, менѣе дымное пламя. Спекаемость ихъ весьма развита, иногда, въ такъ назыв. кузнечныхъ углях, куски которыхъ какъ бы спаиваются между собою, образуя сводъ [24], до того, что сожиганіе ихъ на колосникахъ затрудняется изъ за залѣпленія отверстій для прохода воздуха. Спекаемость сильно уменьшается отъ окисленія на воздухѣ [24 bis]. Южная часть Англіи, особенно окрестности Кардифа, изобилуютъ углями этого разряда, во Франціи особенно извѣстны такіе угли Крезо (Creuzot), Кармо и др., въ Бельгіи Шарлеруа, въ Германіи нижнерейнскіе и вестфальскіе, изъ Ессена и Бохума. Между русскими особенно характерны коксовые угли юго-западной части донецкаго бассейна, около Юзовки, Богодуховки и сосѣднихъ мѣстъ. Количество кокса, получаемаго при накаливаніи безъ доступа воздуха, измѣняется примѣрно отъ 70 до 80%, и очевидно, что газовъ изъ подобныхъ углей получается мало. Отношеніе c/h въ среднемъ отъ 17 до 18, а отношеніе o/h отъ 0,8 до 1,5, а потому средній составъ:

Коксов. угли.	отъ	—	до	среднее.
Влажности. . . .	1,0	—	2,0	1,5
Золы и сѣры [25]	1,0	—	5,0	3,0
Углерода.	80,0	—	87,0	83,5
Водорода.	4,4	—	5,2	4,8
Азота.	0,7	—	1,3	1,0
Кислорода	4,0	—	8,4	6,2

Теплопроизводительность Q отъ 7700 до 8500, въ среднемъ около 8040 (или около 8420 на одну органическую часть, содержащую 85,3% *c*), если же образующаяся при горѣніи вода парообразна, Q' въ среднемъ около 7770, т. е. въ $2^1/_4$ раза болѣе, чѣмъ для дровъ, и явно выше двухъ вышеупомянутыхъ разрядовъ каменныхъ углей.

Отъ настоящихъ коксовыхъ углей къ настоящимъ антрацитамъ существуютъ всевозможные переходы подъ именами *полужирныхъ* и *полуантрацитовыхъ* (тощихъ) углей, или способныхъ къ слабому спеканію, или почти лишенныхъ этой способности, т. е. оставляющихъ (какъ и сухіе угли) коксъ въ формѣ кусковъ (хорошо горятъ), но зато дающіе его много, отъ 80 до 90% по вѣсу. Загораются труднѣе предшествующихъ, сгорая даютъ мало дыма и много тепла, колосниковъ не залѣпляютъ и по всѣмъ этимъ качествамъ чрезвычайно цѣнны, какъ топливо [26]. Очень часто находятся въ залежахъ рядомъ или даже вмѣстѣ (въ разныхъ частяхъ одного и и того же пласта) съ настоящими коксовыми углями, а потому мѣсторожденія тѣ же, какъ у предшествующихъ.

Но въ составѣ явна убыль водорода и кислорода, такъ что можно принять прибл. сред. составъ:

	Полужирные и полуантрациты.
Влажности отъ. . .	0,5 до 2%
золы и сѣры » . .	2 — 6
углерода » . .	85 — 89
водорода » . .	3 — 5
азота » . .	1 — 1
кислорода » . .	1 — 4,5

---

[24] Сводъ, образуемый въ кузнечномъ горнѣ углями этого разряда, очень полезенъ не только въ томъ отношеніи, что лучше позволяетъ мастеру видѣть накаливаемый кусокъ металла, но и потому, что металлъ не приходитъ въ соприкосновеніе съ углемъ и его сѣрнистыми соединеніями.

[24 bis] Чтобы видѣть, какъ измѣняется составъ углей отъ окисленія на воздухѣ, Малеръ изслѣдовалъ составъ свѣжаго и измѣненнаго воздухомъ, какъ при обыкнов. темп., такъ и при нагрѣваніи до 120°, причемъ оказалось, что въ обоихъ случаяхъ измѣненія сходственны; напр. уголь Коммантри, содержавшій *c* 80,2, *h* 5,25 и давшій Q = 7870, измѣнившись далъ *c* 70,0 и *h* 3,3, а Q = 6155, не говоря уже о томъ, что вѣсъ убылъ.

[25] Зола к. углей обыкновенно содержитъ 20—60% кремнезема, 15—40 глинозема, отъ 1 до 15% извести, отъ 0 до 10% магнезіи, очень мало (до 3%) щелочей, всегда желѣзо, котораго процентъ доходитъ иногда до 30, всегда и сѣру до 4 и болѣе % (въ лучшихъ не болѣе 2%) и немного (до 0,6%) фосфора. Составъ этотъ имѣетъ особое значеніе при выплавкѣ чугуна, п. ч. при этомъ коксъ или уголь прямо смѣшиваются съ рудою и составныя части золы входятъ въ шлакъ.

[26] Но они, особенно въ смѣси съ мелочью настоящихъ коксовыхъ углей, даютъ превосходный по плотности коксъ, какъ начали это производить нынѣ уже повсюду. Этимъ путемъ (а также медленнымъ прогрѣваніемъ угля при коксованіи) достигаютъ нынѣ очень большой плотности кокса, что важно для произв. чугуна.

Поэтому въ среднемъ (*c* 87; *h* 4; *o* 2,75) Q около 8180, а Q′ (вода въ парахъ) около 7950 ед. т. Вообще это драгоцѣнное топливо; особо предпочитается для домашняго обихода и пароходовъ уже потому, что куски не крошатся (не пачкаютъ), окисляемости на воздухѣ нѣтъ (прочно сохраняются), дыму и сажи мало, плотность болѣе предшествующихъ (уд. вѣсъ около 1,4, въ куб. метръ входитъ сред. кусковъ около 800 килог., въ куб. саж. около 480 пуд.), а теплопроизводительность большая, въ $2^1/_3$ раза больше, чѣмъ отъ дровъ, т. е. кубическая сажень соснов. дровъ (230 пуд.) замѣняется 100 пуд. этихъ углей.

Высшую степень обугливанія для природныхъ к. углей, наибольшую плотность (уд. вѣсъ около 1,5, даже до 1,7) и вязкость (затрудняющую даже самую выломку при добычѣ изъ пластовъ) и малую измѣняемость при храненіи (конечно, за изъятіемъ подмѣси колчедановъ, которыхъ однако здѣсь обыкновенно немного) представляютъ *антрациты*. Они, накаленные безъ доступа воздуха, оставляютъ около 90% нисколько не спекающагося кокса, трудно загораются, даютъ бездымное пламя горящей окиси углерода и требуютъ при сожиганіи сильной тяги, при которой горятъ прекрасно. Этотъ превосходный видъ кам. углей довольно рѣдокъ въ природѣ. Въ Англіи извѣстны антрациты Merthyr-Tydwill, во Франціи въ сѣв. бассейнѣ около Валансьена, въ Бельгіи въ Шарлеруа, въ Германіи около Ахена. Особенно богаты С. А. С.-Штаты обширными залежами антрацитовъ въ Пенсильваніи, а у насъ съиздавна и до сихъ поръ славятся прекрасные грушевскіе антрациты (восточная часть донецкой области, на сѣверъ отъ Новочеркасска). Въ составѣ ихъ очень мало водорода и кислорода, отношеніе *c*/*h* превосходитъ 40—50, а *o*/*h* обыкновенно около 1,2—0,7. Влажности рѣдко болѣе 4%, золы 2—5%, такъ что можно принять:

Антрацитъ.	Отъ.	До.	Среднее.
Влажности .	3	4	3,5%
Золы и сѣры.	3	6	4,5%
Углерода . .	86	90	88,0%
Водорода . .	1,2	2,4	1,8%
Азота . . .	0,8	0,9	0,8%
Кислорода . .	0,8	2,0	1,4%

Теплопроизводительность Q отъ 7500 до 7960, въ среднемъ 7630 ед. тепла, (на орг. часть ок. 8290, при *c* 95,6%), а Q′ (вода въ парахъ) въ среднемъ около 7500 ед. т., т.-е. меньше, чѣмъ настоящихъ коксовыхъ углей, или такая же, какъ газовыхъ [27]

G) Такъ какъ каменный уголь составляетъ важнѣйшее для промышленности топливо, то въ хозяйственномъ отношеніи чрезвычайно важно познакомиться съ тѣми величинами, изъ которыхъ слагается его стоимость, въ обычныхъ условіяхъ [28]. Первое, что требуется для

---

[27] Чтобы показать взаимное отношеніе въ составѣ природныхъ видовъ топлива, равочтемъ (§ 6 [14]), по указаннымъ выше среднимъ числамъ, содержаніе водорода, *H*, и кислорода, *O*, на 100 частей углерода, присовокупивъ сюда данныя для Q″, то есть количество теплоты горѣнія на 1 вѣс. часть органической части топлива (т. е. безъ влажности и золы, чтобы сдѣлать числа сравнимыми):

C = 100	H	O	Q″
Клѣтчатка	13,9	111	4190
Дерево	12,0	86	4730
Торфъ	10,5	58	5680
Бурый уголь	7,4	39	6290
Сухой к. уголь	6,6	15	7780
Газовый »	6,3	8,8	8380
Коксовый »	5,7	7,9	8420
Полужирный »	4,6	3,1	8630
Антрацитъ	2.0	1,6	8290
Чистый уголь	0,0	0,0	8100

Послѣдовательность въ уменьшеніи относительнаго количества водорода и кислорода показываетъ очевидную правильность, отражающуюся въ величинѣ Q″, которая для полужирныхъ к. уг. достигаетъ наибольшаго значенія (въ тоже время для газоваго уг. разность H—O/8 достигаетъ наибольшаго значенія, что находитъ оправданіе). Изъ этого сопоставленія, кромѣ того, несомнѣнно видно, что должны существовать всѣ возможные переходы между выбранными для ясности типическими видами тверд. прир. топлива. Такъ напр., судя по составу гагата [21]: C=100; H=6,6; O=14; Q″=8160; онъ составляетъ переходъ отъ сухихъ углей къ газовымъ, такъ что его еще можно считать имѣющимъ такое же происхожденіе, какъ обык. к. угли. Но богхедъ (Q″=8410, при H=10,5 и O=18), какъ нефть, уже вовсе не входитъ въ вышеприведенный рядъ, и имъ (какъ смолистымъ сланцамъ, асфальту и т. п.) должно приписывать уже иное происхожденіе. Я думаю, что разработка указанныхъ здѣсь началъ можетъ разъяснить много въ исторіи горючихъ веществъ ископаемаго царства и привести къ раціональной ихъ классификаціи.

[28] Тѣмъ болѣе, что при полномъ незнакомствѣ съ вопросомъ о стоимости угля многіе составляютъ себѣ ложное представленіе о мѣрѣ выгодъ предпринимателей и полагаютъ,

массовой добычи, состоитъ въ развѣдкѣ благонадежности (обширности залежи, числа и толщины пластовъ, ихъ направленія и т. п.) мѣсторожденія к. угля, что достигается систематическимъ буреніемъ на площади, для того назначаемой. Этотъ начальный расходъ, ложащійся тяжело въ началѣ, становится въ давно и широко эксплуатируемыхъ мѣстностяхъ ничтожнымъ на пудъ угля [29]. По-

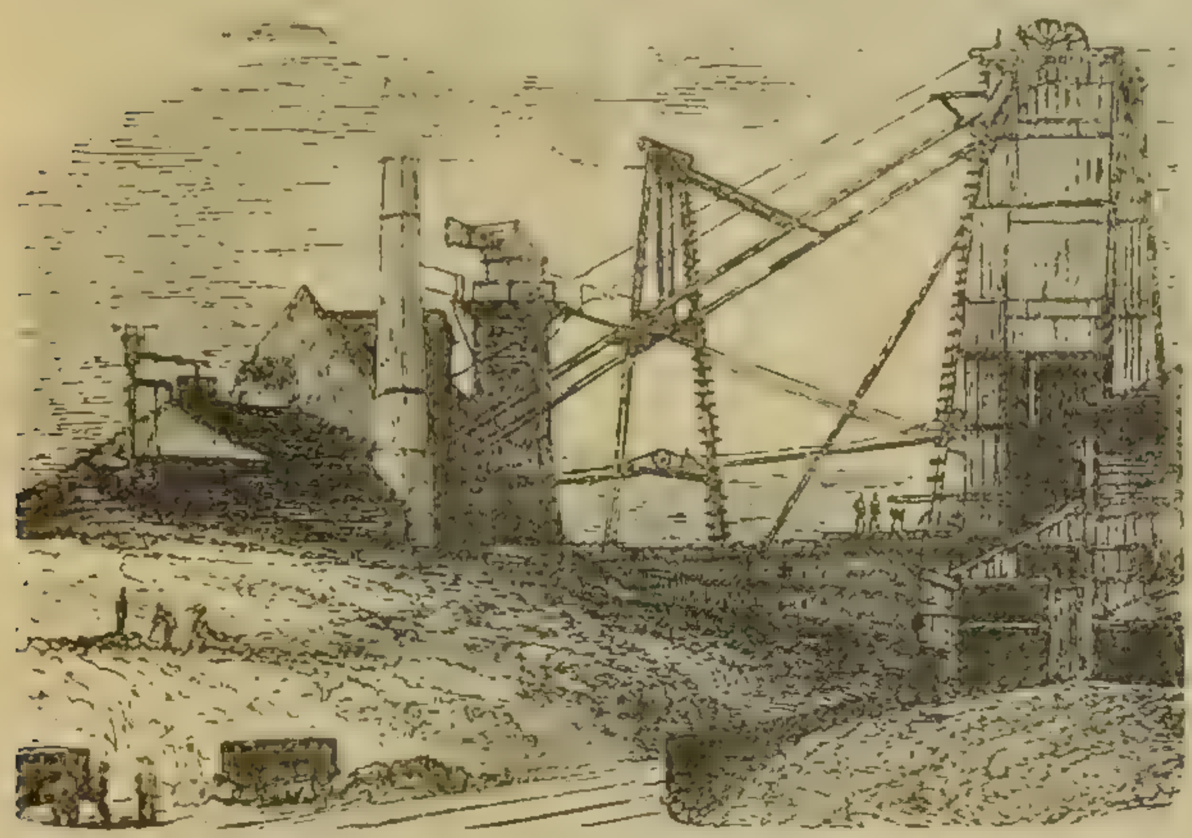


Рис. 25. Общій видъ надшахтнаго зданія при добычѣ каменнаго угля. Внутри зданія, кромѣ другихъ отдѣленій (для рабочихъ орудій, машинъ и т. п.), находятся паровые котлы и машины какъ для подъема угля и людей, такъ и для выкачиванія воды, а иногда и для вентилированія выработокъ.

купка или аренда земли, возведеніе шахтныхъ и жилыхъ зданій и всѣ предварительныя работы этого рода уже требуютъ тѣмъ болѣе значительныхъ затратъ, чѣмъ шире предполагается добыча; но во всякомъ случаѣ эти расходы ложатся на пудъ угля не менѣе, какъ въ 1 к., не говоря о проведеніи шахтъ и текущихъ расходахъ добыванія. Самый крупный изъ основныхъ расходовъ въ добычѣ угля составляетъ проведеніе самыхъ шахтъ и горизонтальныхъ штрековъ или галлерей, ихъ закрѣпленіе, оборудованіе подъемными машинами и всякими приспособленіями для отвода и выкачиванія воды, для вентиляціи всѣхъ мѣстъ, гдѣ идетъ работа, для подвозки добываемаго угля къ подъемной шахтѣ и т. п. Расходъ этотъ ложится тѣмъ чувствительнѣе на пудъ угля, чѣмъ короче срокъ (иногда 5, много 10—15 лѣтъ) пользованія шахтой (при долгой выработкѣ—подвозъ будетъ далекъ и можетъ быть выгоднѣе заложить новую шахту) и чѣмъ менѣе слоевъ угля слѣдуетъ другъ за другомъ въ глубь. Во всякомъ случаѣ, извлеченіе въ годъ по 1 милл. пуд. угля тре-

---

что въ цѣнѣ угля, какъ въ цѣнѣ лѣса, большую роль играютъ добрая воля, прихоть и стоящія на рынкѣ цѣны. Хотя нельзя отрицать, что эти обстоятельства играютъ свою роль и дѣйствуютъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ слабѣе развито промышленное потребленіе топлива и есть какіе-либо виды монополіи въ добычѣ к. угля [3], но при развитомъ на него спросѣ конкурренція многихъ добывателей неизбѣжно доводитъ цѣны до возможно наименьшихъ, опредѣляемыхъ дѣйствительною стоимостью добычи и текущими интересами затраченнаго капитала, такъ что въ этомъ случаѣ — помимо цѣны рабочихъ—только три условія способны понижать цѣну топлива на мѣстахъ добычи: устраненіе всякихъ монополій добычи, вывоза и торговли, усовершенствованіе пріемовъ добычи чрезъ производство капитальныхъ затратъ и удешевленіе процента на капиталы, вкладываемые въ к. угольное дѣло. Вотъ эти три стороны дѣла могутъ подлежать правительственному и отчасти общественному воздѣйствію, а затѣмъ все остальное неизбѣжно должно совершиться соревнованіемъ добывателей и совокупностью существующихъ естественныхъ условій добычи. Тамъ же, гдѣ дѣло добычи массъ к. угля еще слабо развито и предпріимчивость не обратилась еще въ эту сторону, а естественныя условія залеганія углей существуютъ (напр. въ Италіи, Голландіи, Швеціи или Греціи — этого нѣтъ), слѣдуетъ прежде всего привлечь къ этому дѣлу—первостепенной важности — должныя усилія предпринимателей, что и можетъ достигаться покровительственными таможенными пошлинами, облегчающими трудную борьбу начинателей съ укоренившимися иностранными предпріятіями (§ 2). У насъ нынѣ существуетъ такой видъ покровительства: при ввозѣ к. угля по западной сухоп. границѣ взимается 1 к. з., чрезъ порты Балтійскаго моря по 1 к. з., а чрезъ порты Чернаго и Азовскаго морей по 3 к. з. съ пуда. Эта пошлина уже нынѣ почти не удорожаетъ к. угля внутренней добычи, какъ видно, напр., изъ того, что лучшіе донецкіе к. угли въ Одессѣ стоятъ въ одной цѣнѣ съ англійскими, еще не оплатившими пошлины, а между тѣмъ у насъ еще явно добыча мала (идетъ заграничный ввозъ, въ 1895 году ввезено 137 мил. пуд. угля и кокса) и средства доставки къ своимъ портамъ, за отсутствіемъ (исключеніе составляютъ лишь 6 пароходовъ Кошкина и немного другихъ) своего морского каботажа, еще очень затруднительны, такъ что приходится пользоваться почти исключительно дорогою желѣзнодорожною перевозкою.

[29] Скажемъ для примѣра такъ: развѣдка съ первыми напрасными попытками стоитъ, напр.,

буетъ основного расхода на подготовку поля для добычи отъ 50 до 200 т. р., и въ среднемъ нельзя считать менѣе 120,000 р., такъ что погашеніе и проценты на капиталъ [30], для того затрачиваемый, падаютъ сред. числомъ по 2 к. на пудъ добытаго угля. Сокращеніе этого крупнаго расхода возможно только при очень широкомъ развитіи добычи и при пониженіи процентовъ на капиталъ. Затѣмъ идутъ текущіе расходы, пропорціональные добычѣ и измѣняющіеся преимущественно при измѣненіи заработной платы, которая повсюду выше, чѣмъ для соотвѣтственныхъ по длительности и трудности сельско-хозяйственныхъ работъ. На выломку угля, работу крѣпленія выработокъ, подвозку къ подъему (тачками или въ вагонеткахъ ручныхъ или лошадьми) и подъемъ идетъ въ уплату рабочимъ отъ 1 до 2 коп. съ пуда; общее же управленіе, надзоръ (инженеры, штейгеры и т. п.) за работами, лѣсъ для крѣпы выработокъ, динамитъ для взрывовъ, смазка и т. п. текущіе расходы составляютъ на пудъ около $^1/_2$ к. Подобной же цифрой ложится на пудъ угля и сумма такихъ расходовъ, какъ страхованіе, подати, ремонтъ зданій и путей, больницы, школы и т. п. накладные расходы, уменьшающіеся только при обширной добычѣ, а при некрупной еще и увеличивающіеся. Такимъ образомъ, сумма цѣны п. угля на мѣстѣ добычи слагается сред. числомъ изъ:

Рис. 26. Подземная подвозка угля ведется или въ ручныхъ вагонеткахъ, или лошадьми, которыя болѣе или менѣе продолжительно остаются подъ землею и тамъ имѣютъ свои стойла.

Около	1	к. на начальное общее обзаводство и землю.
»	2	» на подгот. поля (шахты).
»	$1^1/_2$	» рабочая плата.
»	$^1/_2$	» техничес. расх. (крѣпленіе, надзоръ и т. п.).
»	$^1/_2$	» страхов., подати, больницы и т. п.

Въ суммѣ это составляетъ около $5^1/_2$ к, на пудъ угля, и я не знаю случаевъ, когда бы эта сумма, сочтенная съ должною правильностью, была меньше 4 к., да и то обыкновенно съ упущеніемъ чего либо существеннаго, а часто эта цифра поднимается до 7 к. съ пуда. Выгадывать тутъ можно только немного, для чего слѣдуетъ улучшать методы добычи, устранять случайности (заливъ водою, обвалы и т. п.) и главное увеличивать выработку, чтобы общіе расходы ложились меньшею цифрою [31].

---

30 тыс. руб., а добыча начнется, положимъ, чрезъ 3 года и ограничится всего 600.000 пуд. въ годъ. Погашая развѣдку въ 10 лѣтъ, придется наложить на каждый пудъ по крайней мѣрѣ $^1/_2$ к. за одну развѣдку, а если будетъ добываться 6 милл. пуд., то наложится лишь 0,05 к. на пудъ угля, а послѣ первыхъ лѣтъ добычи и этотъ прибавокъ отпадетъ. Такъ и во многомъ иномъ, а потому съ увеличеніемъ добычи и съ ея продолжительностью — стоимость угля на мѣстѣ добычи естественно падаетъ, а въ начальномъ періодѣ возрастаетъ, что должно не упускать изъ вида, обсуждая условія возникновенія въ странѣ к. угольной промышленности. Дать ей укрѣпиться необходимо, иначе и въ будущемъ ничего нельзя ожидать.

[30] Должно не забывать, что заготовка шахты и всего потребнаго для начала добычи беретъ обыкновенно 2—3 года, когда идутъ только расходы, а по выработкѣ шахты всѣ подземныя сооруженія обыкновенно совершенно пропадаютъ, примѣняются обык. только паровики и машины. Слѣдовательно погашать начальныя затраты неизбѣжно. Весь вопросъ только въ скорости этого погашенія.

[31] По моему мнѣнію, въ будущемъ можно ждать *очень* крупнаго удешевленія стоимости к. угольнаго топлива *только* при условіи его превращенія подъ землей же, по возможности въ самихъ пластахъ (не выламывая ихъ), въ генераторные (воздушные) газы и при распредѣленіи ихъ затѣмъ по трубамъ, для чего я не предвижу ни одной существенной трудности. Тогда отпадетъ вся текущая подземная работа выломки и стоимость на пудъ угля можетъ упасть до 2—3 к., тѣмъ болѣе, что при этомъ въ работу могутъ пойти и такіе слои угля, которые нынѣ не вырабатываются вовсе. Переходомъ къ этому желательнѣйшему способу пользованія к. углями можетъ служить устройство подземныхъ генераторовъ съ выводомъ газа на ближайшіе окрестные заводы. Но и далекое, на сотни верстъ, проведеніе горючихъ газовъ не представляетъ практически непреодолимыхъ трудностей, какъ видно изъ того,

Такую среднюю цѣнность примѣрно и имѣетъ к. уголь у насъ во всѣхъ бассейнахъ, въ Англіи (около 7—8 шилл. тонна), Германіи и Бельгіи на мѣстахъ добычи, въ С.-А. С. Штатахъ и во Франціи цѣна об. немного выше, но низшихъ среднихъ цѣнъ добротнаго угля нигдѣ не встрѣчается, хотя мелочь или отбросы и продаются иногда (§ 16) дешевле.

Барышъ предпринимателей сводится при этомъ на доходъ капитала, но если и прикладывается къ цѣнѣ угля сама по себѣ, то лишь временно, при маломъ развитіи соперничества и потребленія, такъ какъ хозяину лучше и выгоднѣе сбыть, скажемъ для примѣра, по $5^1/_2$ к. 10 милл. пудовъ, чѣмъ по 6 к. лишь 1 милл., такъ какъ въ первомъ случаѣ его капиталъ получитъ больше интересовъ (напр. при затратѣ 500 т. р. по 2 к. съ пуда—200 т. р) изъ-за удешевленія стоимости, а во второмъ гораздо меньше (по $2^1/_2$ к. съ пуда только 25 т. р.), да и чѣмъ онъ дешевле станетъ продавать, тѣмъ скорѣе и вѣрнѣе станетъ сбывать свою добычу.

Но стоимость к. угля на шахтахъ составляетъ для отдаленныхъ мѣстъ только небольшую часть цѣны угля, особенно если нѣтъ дешевыхъ водныхъ путей перевозки, по которымъ пудо-верста обходится въ $^1/_{150}$—$^1/_{300}$ коп., тѣмъ болѣе, что нагрузка и выгрузка угля ложится уже накладнымъ расходомъ, составляющимъ не менѣе $^1/_4$ к. съ пуда. У насъ приходится вывозить уголь по желѣзнымъ дорогамъ, провозоспособность которыхъ не можетъ отвѣчать широкому развитію добычи, а цѣнность даже при тарифѣ $^1/_{100}$ к. съ пудо-версты удваиваетъ цѣну угля уже на разстояніи 500—600 верстъ отъ мѣста добычи, а при 1200 верстномъ разстояніи (примѣрно, какъ отъ Москвы до сѣв. частей донецкаго бассейна или до Домбровскаго) утраиваетъ. По этой-то причинѣ множество производствъ повсюду и всегда стремятся устроиться или въ каменноугольныхъ мѣстностяхъ, или въ недальнемъ отъ нихъ разстояніи.

§ 14. Естественные виды топлива, особенно дерево и к. уголь, въ нѣкоторыхъ случаяхъ не прямо примѣняются для сожиганія въ топкахъ, а предварительно обугливаются. При этомъ преслѣдуются три цѣли. Во первыхъ, и это самое важное, уголь даетъ высшую температуру, сравнительно даже съ каменнымъ углемъ, не только что съ деревомъ, причина чего указана въ § 9, а для многихъ производствъ очень важно именно повысить жаръ. Во вторыхъ, уголь горитъ безъ пламени, такъ какъ не даетъ продуктовъ сухой перегонки, а потому жаръ, имъ развиваемый, сосредоточивается въ мѣстѣ горѣнія, а не распредѣляется въ пламени, и само бездымное горѣніе практически очень важно, какъ всякій знаетъ по примѣру кузницъ, жаровень и самоваровъ. Въ третьихъ, вѣсъ обугленнаго топлива много меньше, а потому тамъ, гдѣ требуется дорогая подвозка, это имѣетъ большое значеніе, осо-

---

что въ Сѣв.-Амер. Соед. Штатахъ уже на нѣсколько сотъ верстъ къ заводамъ отводятъ по трубамъ природные горючіе газы и природную нефть, тѣмъ болѣе, что глиняныя и даже изъ бумажной массы трубы могутъ служить для провода генераторныхъ и паро-воздушныхъ (§ 19) газовъ подъ малымъ перевѣсомъ давленія.

На первый взглядъ можетъ показаться, что расходъ на подготовку поля, сочтенный нами въ 2 к. (это быть можетъ и много, но не въ томъ дѣло) на пудъ угля, есть ничто иное, какъ сугубая дань капиталу, но это не такъ, особенно тамъ, гдѣ дѣло вначалѣ. Если подземныя работы не обставить, какъ слѣдуетъ, напр., не построить достаточно широкихъ и прочныхъ шахтъ и главныхъ штековъ, то или уголь будетъ обходиться дороже, или во время самой работы выемки все время надо будетъ вести поправки и расширенія, или вся добыча съ данной шахты будетъ мала и придется начинать новую, т. е. въ концѣ концовъ на пудъ угля ляжетъ еще больше. Притомъ эти предварительныя траты на подготовку поля и всей шахты идутъ почти цѣликомъ рабочимъ, или тѣмъ, которые рыли и обдѣлывали шахту, или тѣмъ, которые дѣлали машины и т. п.; все различіе отъ текущихъ тратъ рабочимъ состоитъ здѣсь въ томъ, что эти траты сдѣланы раньше, на нихъ затраченъ трудъ и капиталъ, которые надо возвратить на продуктѣ, тѣмъ болѣе, что, вѣдь, бываютъ же и неудачныя шахты и слѣд. траты, которыя не откуда возвратить. Словомъ, весь міръ призналъ такой способъ разсчета въ сущности единственнымъ справедливымъ, иного не найдено еще, и все дѣло сводится не на сущность счета, а на величину расходовъ. Тутъ могутъ быть различія и они подлежатъ обсужденію, но мы не можемъ здѣсь вдаваться во всѣ подробности этой части горнаго дѣла, такъ какъ желали только показать, изъ чего и примѣрно какъ слагается современная цѣна каменнаго угля.

бенно для дерева и особенно тамъ, гдѣ оно дешево [1]. По этимъ причинамъ древесный уголь, какъ продуктъ сухой перегонки дерева, съ давнихъ поръ добывается въ огромныхъ количествахъ въ мѣстахъ богатыхъ лѣсомъ и вывозится иногда на значительныя разстоянія [2] для примѣненія затѣмъ въ видѣ концентрированнаго и во всѣхъ отношеніяхъ превосходнаго топлива. Сущность способа полученія состоитъ въ сухой перегонкѣ, которая (см. § 10) всегда предшествуетъ горѣнію дерева, а потому нерѣдко сводится на *выжиганіе угля*, то-есть на такое неполное сожиганіе дровъ, при которомъ летучіе продукты выдѣляются и сгораютъ, а уголь остается. Такое выжиганіе угля *въ кучахъ* (кострахъ) ведется всегда въ самомъ лѣсу и обходится подручными средствами, состоящими въ томъ, что кучу дровъ, въ которой идетъ горѣніе, покрываютъ золой прежнихъ кучъ, землей и

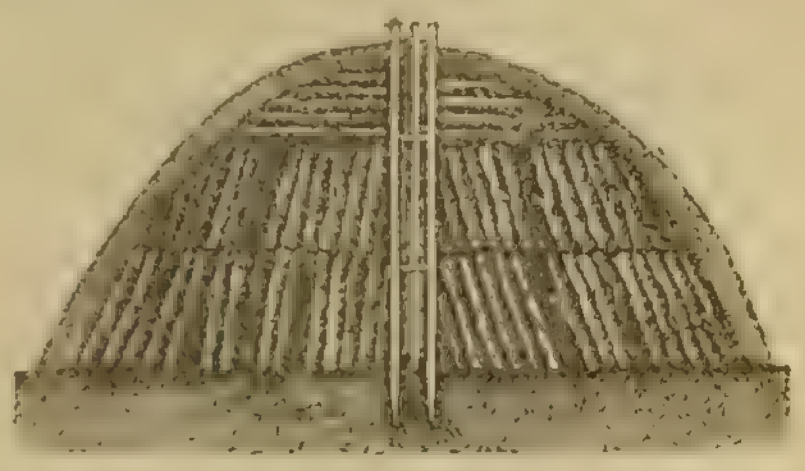


Рис. 27. Полученіе древеснаго угля въ кострахъ или кучахъ, гдѣ полѣнья обыкновенно становятся вертикально или едва съ уклономъ и только сверху горизонтально.

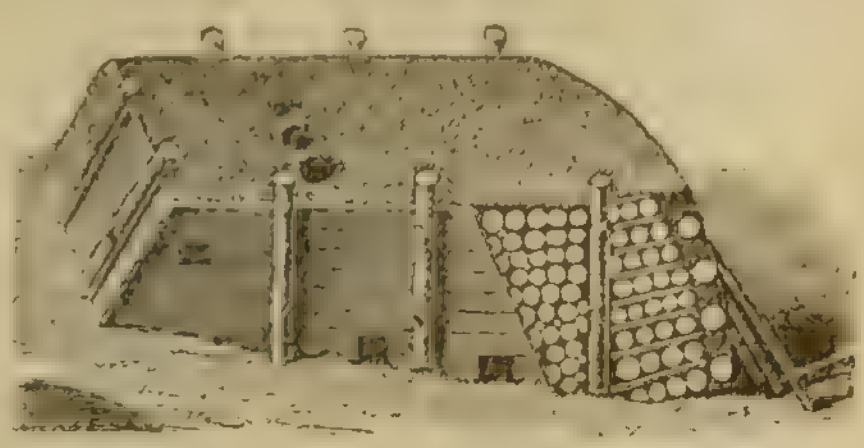


Рис. 28. Кладка кучи при укладкѣ дровъ въ лежачемъ положеніи. Такіе костры имѣютъ углы, гдѣ съ трудомъ достигается полное обугливаніе.

дерномъ, которые устраняютъ свободный доступъ воздуха и, что всего важнѣе, осѣдаютъ вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ объемъ

---

[1] Пусть, напр., какъ это и есть еще во многихъ мѣстахъ Россіи, пудъ дровъ стоитъ 1 к. (куб. сажень около 2 р.) и четыре пуда ихъ даютъ 1 п. угля, цѣну котораго примемъ, для примѣра, = 5 к. — въ лѣсу, гдѣ рубились дрова. Какова будетъ стоимость отопленія, если грузомъ надо доставлять, напр., за 100 верстъ, платя по 5 к. съ пуда? Очевидно, что 4 пуда дровъ обойдутся съ доставкою 24 к., а пудъ угля 11 к. Четыре пуда дровъ дадутъ 4.3400 (§ 11) или 13600 ед. тепла, и каждая 1000 ед. тепла обойдется по 1,76 к. Одинъ же пудъ угля дастъ около 7700 ед. тепла, и слѣд. 1000 ед. тепла будутъ стоить въ видѣ угля 1,43 к., то есть добыча и топка углемъ обойдется около на 20% дешевле, чѣмъ дровами. Если же при добычѣ угля уловить деготь и др. цѣнные продукты перегонки (особенно уксусную кислоту), то выгода можетъ еще значительно возрасти.

[2] Говоря вообще, далекій вывозъ древ. угля столь же возможенъ, какъ далекій вывозъ каменныхъ углей. Разность только въ томъ, что для подвоза др. угля не строятъ желѣзныхъ дорогъ, какъ для вывоза кам. углей, да и строить мало основанія, если нѣтъ другихъ поводовъ, такъ какъ лѣсъ вырубается, для возобновленія требуются десятки лѣтъ, и точка отправленія постоянно измѣняется. Тутъ умѣстны переносныя желѣз. дороги, канатныя и т. п. способы подвозки къ основному пути, напр., къ сплавной рѣкѣ или желѣз. дорогѣ. Въ Россіи на ея сѣверѣ (§ 2) и сѣв. востокѣ есть еще много мѣстъ, которыя изобилуютъ лѣсами и пригодны, при правильномъ возобновленіи лѣсовъ, къ выгодному и успѣшному обильному полученію древ. угля, а потому предпріимчивости здѣсь есть свое дѣло, и оно, особенно при уральскомъ богатствѣ рудами, можетъ дать большую пищу нашей промышленности, требуя, однако, правительственнаго призора въ отношеніи къ раціональности лѣсного хозяйства, чтобы соблюсти должную возобновляемость лѣса.

Здѣсь умѣстно обратить вниманіе на то, что при правильной эксплуатаціи лѣсовъ (напр. при годовой вырубкѣ $^1/_{80}$ площади и при заботахъ объ молодыхъ подросткахъ) и при ихъ дешевизнѣ, соединенной съ дешевизною вывозки могутъ быть условія для того, чтобы древесное топливо въ видѣ угля и дровъ обходилось дешевле каменноугольнаго топлива. Но конечно это не можетъ долго или безпредѣльно длиться, такъ какъ люди придутъ въ такое мѣсто, гдѣ есть выгодныя дѣла, и отнимутъ площади земли для пашенъ и выгоновъ, губящихъ малыя подростки. Для примѣра лѣсныхъ запасовъ Россіи укажу на то, что В. Бѣловъ въ «Историческомъ очеркѣ уральскихъ горныхъ заводовъ» (1896) считаетъ, что еще совершенно нетронутыхъ сплошныхъ лѣсовъ по склонамъ сѣв. и сред. Урала имѣется 15 милл. десятинъ. Это позволяетъ безопасно—для запаса — вырубать въ годъ около 200.000 десятинъ. Если счесть на десятинѣ 75-лѣтняго лѣса только 30 куб. саженъ дровъ по 250 п., а выходъ угля только въ 20%, то все же съ этой площади можно имѣть въ годъ около 300 милл. пудовъ древ. угля и добыть на нихъ такое же количество чугуна, такъ какъ за рудами недостатка тамъ не будетъ. Значитъ все дѣло въ разумной эксплуатаціи лѣсовъ, въ способахъ вывозки и—болѣе всего—въ частной инпціативѣ, которая нынѣ ограничена съ разныхъ сторонъ [3 и 1 bis].

кучи уменьшается, а это именно и происходитъ потому, что вызженный уголь занимаетъ только 60 объемовъ, если дрова 100 об. Земляная покрышка кучи (толщина ея нѣсколько вершковъ) очень удобна и въ томъ отношеніи, что въ ней легко продѣлывать тамъ отверстія, гдѣ надо впустить воздухъ, чтобы возбудить горѣніе, и задѣлывать ихъ крайне просто, если требуется прекратить горѣніе, въ данномъ мѣстѣ или во всей кучѣ. А для того, чтобы въ кучѣ существовало правильное теченіе воздуха, въ срединѣ оставляется родъ трубы или вертикальное отворстіе, чрезъ которое и выходятъ летучіе продукты разложенія, горящіе поверхъ кучи яркимъ пламенемъ—пока идетъ разложеніе. Когда же образовался уже уголь, пламя это блѣднѣетъ, становится синимъ, отъ горящей окиси углерода, что и даетъ знакъ прекратить всякій доступъ воздуха въ кучу (засыпать отверстія землей, забросать дерномъ). Кучи дѣлаютъ обыкновенно высотою въ 1—2 сажени, діаметромъ по землѣ въ $2^1/_2$—3 раза большимъ и объемомъ въ нѣск. куб. с. дровъ, которыя укладываются (стоймя, съ наклономъ къ серединѣ) столь плотно, сколь возможно, и берутся въ подсохшемъ состояніи. Горѣніе кучи средней величины длится 2—3 недѣли и требуетъ внимательнаго надзора, чтобы зачинять всякую случайную порчу земляного покрова и направлять горѣніе во всѣ части кучи, о чемъ судятъ по осадкѣ и направленію дыма и жара [3]. Въ кучахъ получается обыкновенно около 20—25 процентовъ по вѣсу угля [4]. Способъ этотъ даетъ, при медленно и правильно веденномъ полученіи (когда дерево успѣваетъ предварительно прогрѣваться), очень однородный, звонкій, не пачкающій продуктъ и, не смотря на то, что при немъ напрасно теряется много летучихъ продуктовъ и часть самого угля сгораетъ, представляетъ свои выгоды, такъ какъ не требуетъ предварительной затраты на устройство печей и на далекую подвозку къ нимъ дровъ [5].

При полученіи угля изъ дровъ обра-

---

[3] Иногда «жгутъ» уголь въ лежачихъ призматическихъ кучахъ, складывая полѣнья горизонтально, тогда какъ въ круглыхъ кучахъ они располагаются стоя, немного наклонно отъ окружности къ центру (рис. 28).

[4] На Уралѣ, гдѣ много выжигаютъ древ. угля для доменныхъ печей, мѣряютъ уголь «коробами», считая въ каждомъ 6 куб. аршинъ, что отвѣчаетъ въ среднемъ 18—20 пуд. по вѣсу. Практика уральскихъ заводовъ даетъ около $2^1/_2$ коробовъ угля изъ кубичес. сажени, и такъ какъ вырубщики получаютъ свою часть лѣса, часть его идетъ на стройку, а вырубка ведется въ 60—70 лѣтній оборотъ, то на выдѣлку 100 тыс. пуд. желѣза (т. е. съ передѣломъ чугуна на желѣзо) въ годъ требуется имѣть площадь въ 25 тыс. десятинъ. Очевидно, что эта укоренившаяся практика расходуетъ топливо, мало заботясь о его возвратѣ и экономіи. На Уралѣ кучи дѣлаютъ діаметромъ въ 20—30 футовъ, высотой въ 9—12 ф. Зажигаютъ кучу всегда въ срединѣ у трубы внизу и ведутъ выжиганіе такъ, что низъ кучи, по окружности, выжигается послѣднимъ. При сженіи угля кучи иногда «стрѣляютъ», то есть даютъ взрывы, и часто «ямятъ», т. е. даютъ мѣстами провалы покрышки, что требуетъ неусыпнаго наблюденія и «кормленія», т. е. прибавки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ свѣжихъ дровъ съ засыпкою ихъ и покрытіемъ дерниною. Послѣ 2—3 недѣль горѣніе осадка кончается и уголь поспѣваетъ (А. П. Скиндеръ).

[5] Улучшенія въ устройствѣ кучъ, при которыхъ старались собрать часть дегтя, на практикѣ, сколько мнѣ извѣстно, оказались не пригодными. Мало пользы, въ хозяйственномъ смыслѣ, можно ждать и отъ выжиганія угля въ особыхъ закрытыхъ печахъ, какъ это практикуется особенно въ Швеціи и С.-А. С. Штатахъ (цилиндрическія печи дѣлаютъ діам. около 8 метр., высотой до пятъ свода около $3^1/_2$ метр., бываютъ и призматическія, и коническія, въ стѣнкахъ отверстія для притока воздуха, замазываемыя кирпичами), особенно вслѣдствіе того, что управленіе горѣніемъ внутри печи затруднительно и уголь выходитъ неровный. Если же при этомъ, какъ часто бываетъ, не собираютъ летучихъ продуктовъ разложенія, то о выгодности этого способа, мнѣ кажется, не можетъ быть и рѣчи. Вообще, я полагаю, что въ добычѣ древеснаго угля слѣдуетъ избирать или кучевой способъ, или ретортный. Если есть сбытъ уксусной соли (см. далѣе), или когда выгодно добывать деготь и есть возможность пользоваться для иныхъ цѣлей горючими газами, слѣдуетъ устраивать печи, подобныя коксовымъ со сборомъ дегтя и газовъ, для чего такія печи и описываются въ слѣдующемъ §. Но не должно забывать, что подобныя цѣнныя устройства могутъ доставить свои выгоды только при непремѣнномъ условіи правильной организаціи вырубки лѣса на долгій періодъ лѣтъ, и притомъ такъ, чтобы подвозка дровъ къ печамъ обходилась по возможности дешево и прилагалась ко всѣмъ временамъ года, для чего, повидимому, наиболѣе подходятъ малыя грунтовыя или канатныя переносныя паров. дороги или устраиваемыя (какъ у г. Липчака) на круглыхъ бревнахъ вмѣсто рельсъ.

зуется столь много (около 25% по вѣсу) горючихъ газовъ, что ихъ сожиганія болѣе чѣмъ достаточно для накаливанія, необходимаго для сух. перег. дерева, то-есть для его обугливанія [6], а потому можно тѣмъ выгоднѣе производить эту операцію въ закрытыхъ сосудахъ—казанахъ или ретортахъ, нагрѣваемыхъ горящими газообразными продуктами сухой перегонки, чѣмъ болѣе существуетъ возможности воспользоваться выгодами отъ сбора и сбыта летучихъ продуктовъ перегонки, между которыми главное, по цѣнности, мѣсто занимаетъ древесноуксусная кислота, одинъ процентъ которой стоитъ нынѣ болѣе, чѣмъ въ обычныхъ условіяхъ всѣ 100 процентовъ дровъ и 25% угля, изъ нихъ получаемыхъ [7]. Надо сказать, что уксусной кислоты изъ дровъ можетъ получиться до 3% и вмѣстѣ съ тѣмъ образуется около ½% древеснаго (метиловаго) спирта, да около 4% древеснаго дегтя, цѣнность которыхъ много выше угля. Но устройство для такого обугливанія сложно и уголь при этомъ получается уже не какъ главный, а какъ побочный продуктъ, а потому по важности этой отрасли техники для лѣсныхъ нашихъ краевъ, мы во 2-й части сочиненія особо разсмотримъ сухую перегонку дерева. Упоминая же здѣсь объ этомъ предметѣ, я имѣю въ виду лишь обратить вниманіе на то, что при эксплуатаціи большихъ лѣсовъ для производства угля слѣдуетъ взвѣсить всѣ хозяйственныя данныя для выбора способа полученія угля, такъ какъ въ немногомъ числѣ случаевъ будетъ выгоднѣе, чѣмъ ограничиться кучами, произвести затраты на устройство сложнаго производства уксусной кислоты и получать тогда уголь, какъ побочный продуктъ.

Всѣмъ извѣстный обыкновенный древесный уголь [8] по составу своему еще довольно далекъ отъ чистаго угля, такъ

[6] Основной балансъ сухой перегонки дерева видѣнъ изъ того, что въ 100 пуд. дерева съ 20% влажности (не считая азота) содержится (въ круглыхъ цифрахъ) около: 1 п. воды, 40 п. углерода, 7 п. водорода (изъ нихъ 4,8 въ орган. части и 2,2 по влажности) и 52 п. кислорода. Изъ этихъ 100 п. дерева при сухой перегонкѣ получается, приблизительно, 1) 25 — 26 п. угля, 2) 50 — 60 п. водянистой жидкости, содержащей 2—5 п. укс. кислоты (считая ее, какъ и древ. спиртъ, безъ воды) и 1—2 п. древеснаго спирта, 3) 3—8 п. древеснаго дегтя и 4) около 10—25 пуд. газообразныхъ продуктовъ, содержащихъ преимущественно CO, CO^2 и CH^4 (сверхъ того H^2 и др.) (см. § 10 [2]). Чтобы составить ясное понятіе о ходѣ обугливанія дерева, привожу еще слѣдующія данныя. Изъ 10000 гр. дерева, высушеннаго при 150°, по опредѣленіямъ Віолетта при разныхъ температурахъ t получается вѣсъ остатка R, содержащаго, судя по анализу, слѣдующія количества углерода и водорода (остальное: кислородъ, азотъ и зола):

	t=150°	250°	350°	630°	1778°
Граммы R.	10000	4967	2926	1887	1500
Углерода .	4751	3258	2243	1541	1448
Водорода .	612	240	121	56	9
O+N+зола	4637	1469	562	290	43

Отсюда видно, что первоначально теряется много воды и кислорода, до 300° уголь получается бурый съ явными слѣдами древеснаго сложенія, только послѣ 350° получается черный, пишущій уголь, и этотъ процессъ кончается ранѣе темп. плавленія сурьмы (Віолеттъ считалъ ее 432°, а она около 628°, § 9 [43]), но полнаго обугливанія съ удаленіемъ водородныхъ и кислородныхъ соединеній не совершается даже при температурѣ плавленія платины.

[7] Если принять, что куб. сажень дровъ съ подвозкою въ лѣсу стоитъ 4 р., то 100 пуд. будутъ стоить не болѣе 2 р., а считая пудъ угля на заводѣ даже по 12 к. (что очень высоко для лѣсной мѣстности), 25 п. угля стоятъ 3 р., много: 5 р. А при соврем. стоимости каждый пудъ уксусной к. получаемой на 100 п. дровъ въ видѣ кристаллической, легко продать за 17 р., въ видѣ 33% (какой изъ 1 пуда выйдетъ около 3 пуд. по 5 р. пудъ) 15 р., а въ видѣ известковой соли (уксуснаго порошка, воднаго, цѣною около 1¼ р., пудъ укс. кисл. даетъ около 2½ п. такого порошка) около 3 р. Отсюда уже видно, что, доводя выходъ укс. кисл. до 3%, стоимость дровъ и угля становится ничтожною предъ цѣною одной уксусной кислоты, не говоря о древ. спиртѣ и дегтѣ. Конечно, производство укс. кислоты само по себѣ, кромѣ сухой перегонки дерева, потребуетъ своихъ расходовъ, но все же это продуктъ, много болѣе доходный, чѣмъ уголь, чему между прочимъ явнымъ доказательствомъ служитъ то обстоятельство, что въ Англіи считаютъ выгоднымъ вести сухую перегонку дерева, получая его изъ Россіи и др. странъ.

[8] Кромѣ обыкновеннаго чернаго угля практически, особенно для «шоколаднаго» пороха (примѣняемаго для пушекъ и отличающагося отъ чернаго сравнительной медленностію горѣнія, что позволяетъ достигать высшихъ начальныхъ скоростей, при данномъ давленіи, уступающихъ однако тѣмъ, какія легко достигаются съ бездымнымъ порохомъ), готовится бурый древесный уголь, какъ продуктъ меньшаго обугливанія, достигаемаго при низшихъ температурахъ, содержащій болѣе 10—15% кислорода и напоминающій лигниты. Горитъ, образуя пламя.

какъ содержитъ не только всю золу дерева (около 2—3%), но и водородъ (около 2%) и кислородъ (около 4%), да сверхъ того онъ поглощаетъ изъ воздуха влажность, такъ что обычный составъ, на который можно разсчитывать, есть слѣдующій: влажности 10, золы 2, $c = 82$, $h = 1{,}5$, $n = 0{,}5$ и $o = 4\%$. Этому составу отвѣчаетъ $Q = 6990$ и $Q' = 6850$, т. е. нагрѣвательная его способность явно ниже, чѣмъ у большинства каменныхъ углей [9]. Куб. метръ вмѣщаетъ отъ 125 до 200 килогр. угля ели, сосны и березы, среднимъ числомъ около 150 к., или куб. сажень около 90 пудовъ. Уголь, полученный при быстромъ повышеніи температуры, рыхлѣе, мягче и легче крошится, чѣмъ уголь, полученный при продолжительномъ и постепенно возвышающемся накаливаніи [10].

§ 15. Обогащеніе каменныхъ углей углеродомъ, происходящее при сухой перегонкѣ, носитъ названіе *коксованія*, а продуктъ его называется коксомъ. Самое это слово, какъ весь пріемъ, идутъ изъ Англіи, гдѣ Додлей (Dud Dudley, пис. 1665 г.) еще въ XVII ст. началъ примѣнять коксъ для выплавки чугуна. Первую цѣль, при этомъ преслѣдуемую, считали—выдѣленіе сѣры при выжиганіи изъ к. угля кокса. Но хотя часть сѣры въ самомъ дѣлѣ при этомъ и выгораетъ, а часть уходитъ съ парами воды, когда коксъ для охлажденія заливаютъ водою, но, во-первыхъ, въ коксѣ все же сѣра остается (ея рѣдко въ лучшихъ сортахъ менѣе 1%, а въ к. углѣ очень часто около 3%), а во вторыхъ, основная цѣль здѣсь совершенно иная (§ 14) и состоитъ для обычныхъ каменныхъ углей въ томъ, что коксъ въ жару, достигаемомъ горѣніемъ, не слипается, не размягчается, горитъ безъ пламени и даетъ жаръ, концентрирующійся тамъ, гдѣ идетъ горѣніе (а не въ пламени, т. е. вдали отъ мѣста самаго топлива), тогда какъ каменные угли, преимущественно жирные, сгорая, спекаются (см. § 13 [24] и горятъ пламенемъ, а это препятствуетъ ихъ примѣненію, особенно въ горнахъ (вагранкахъ) и доменныхъ печахъ, назначаемыхъ для чугуна. Для коксованія примѣняются преимущественно жирные угли не только по указаннымъ причинамъ, но еще и потому, что они оставляютъ сплошные, цѣльные куски кокса, даже тогда, когда взяты въ порошкѣ или въ видѣ мелочи. Долгое время однако коксъ добывали лишь изъ большихъ глыбъ к. угля, выжигая ихъ въ кучахъ и разныхъ (стойловыхъ) печахъ, потому что иначе здѣсь нельзя повсюду установить равномѣрное накаливаніе и надлежащую тягу воздуха, особенно если взятъ хотя отчасти спекающійся уголь въ порошкѣ (а его, по хрупкости угля, получается много). Притомъ каменноугольная мелочь содержитъ въ себѣ обыкновенно еще болѣе каменистыхъ подмѣсей, чѣмъ большіе, хорошо выбранные куски. Такой порядокъ, удерживаемый мѣстами еще и понынѣ въ Англіи, замѣнился постепенно новыми способами коксованія, когда къ каменноугольной мелочи примѣнили механическіе способы ея очистки на обогатительныхъ прибо-

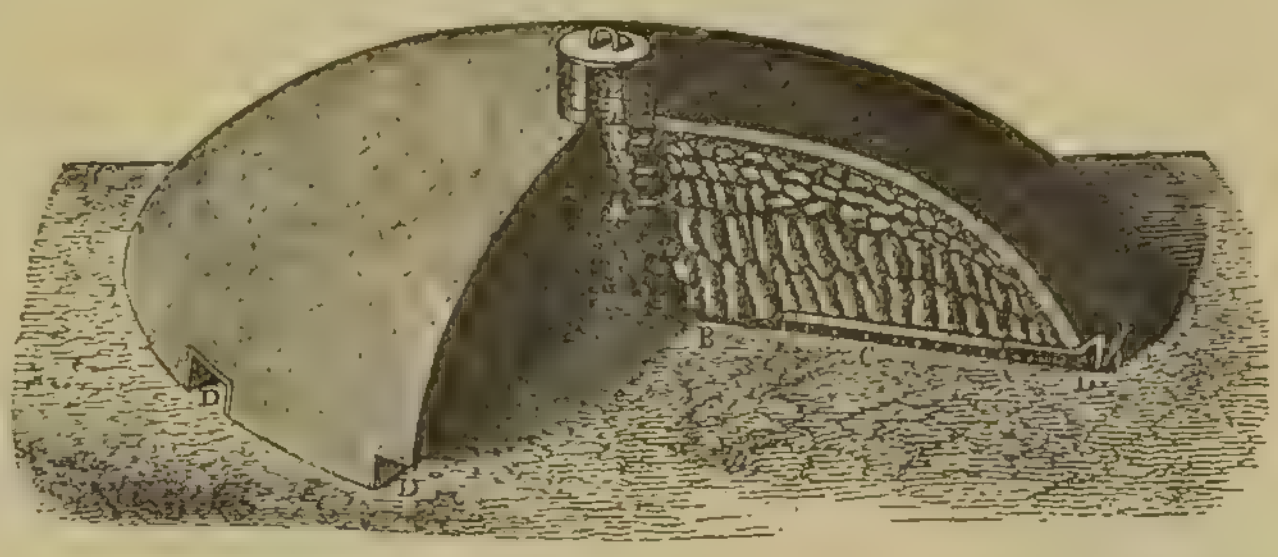


Рис. 29. Первоначальный способъ полученія кокса въ кучахъ, удерживающійся мѣстами (въ Англіи) и допущ. въ Россіи не примѣняется. Требуетъ крупныхъ кусковъ жирнаго лучшаго коксоваго угля. Выходъ малъ и неравномѣренъ.

---

[9] Когда желаютъ въ лабораторіяхъ въ горнѣ получить возможно высокую температуру при помощи древ. угля или кокса, ихъ необходимо предварительно не только отсѣять и подобрать въ ровныхъ мелкихъ кускахъ, но и тщательно высушить.

[10] Многія иныя качества угля, особенно его способность сгущать газы и пары и поглощать красящія и иныя вещества изъ растворовъ, способность угля въ видѣ сажи давать очень тонкую черную краску и т. п., очень расширяютъ практическое примѣненіе угля, но, говоря здѣсь о немъ, только какъ о топливѣ, неумѣстно останавливаться надъ этими иными приложеніями угля.

рахъ [1], чрезъ что стали получать мелочь болѣе чистую, чѣмъ большія глыбы,

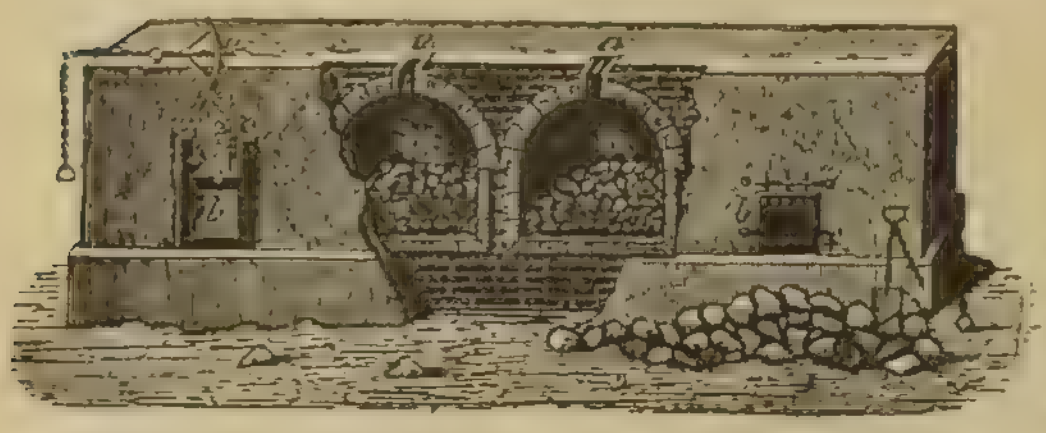


Рис. 30. Первоначальныя (стойловыя или ячейныя) коксовыя печи, гдѣ ведется выжиганіе при помощи горѣнія внутри самой печи. Примѣняютъ и понынѣ повсюду, гдѣ не завелись болѣе совершенныя печи. Требуютъ отличнаго коксоваго угля.

и тогда получилась возможность прибавлять къ ней тощіе угли (полуантрациты), дающіе много, но не спекающагося кокса [2], а чрезъ это достигать

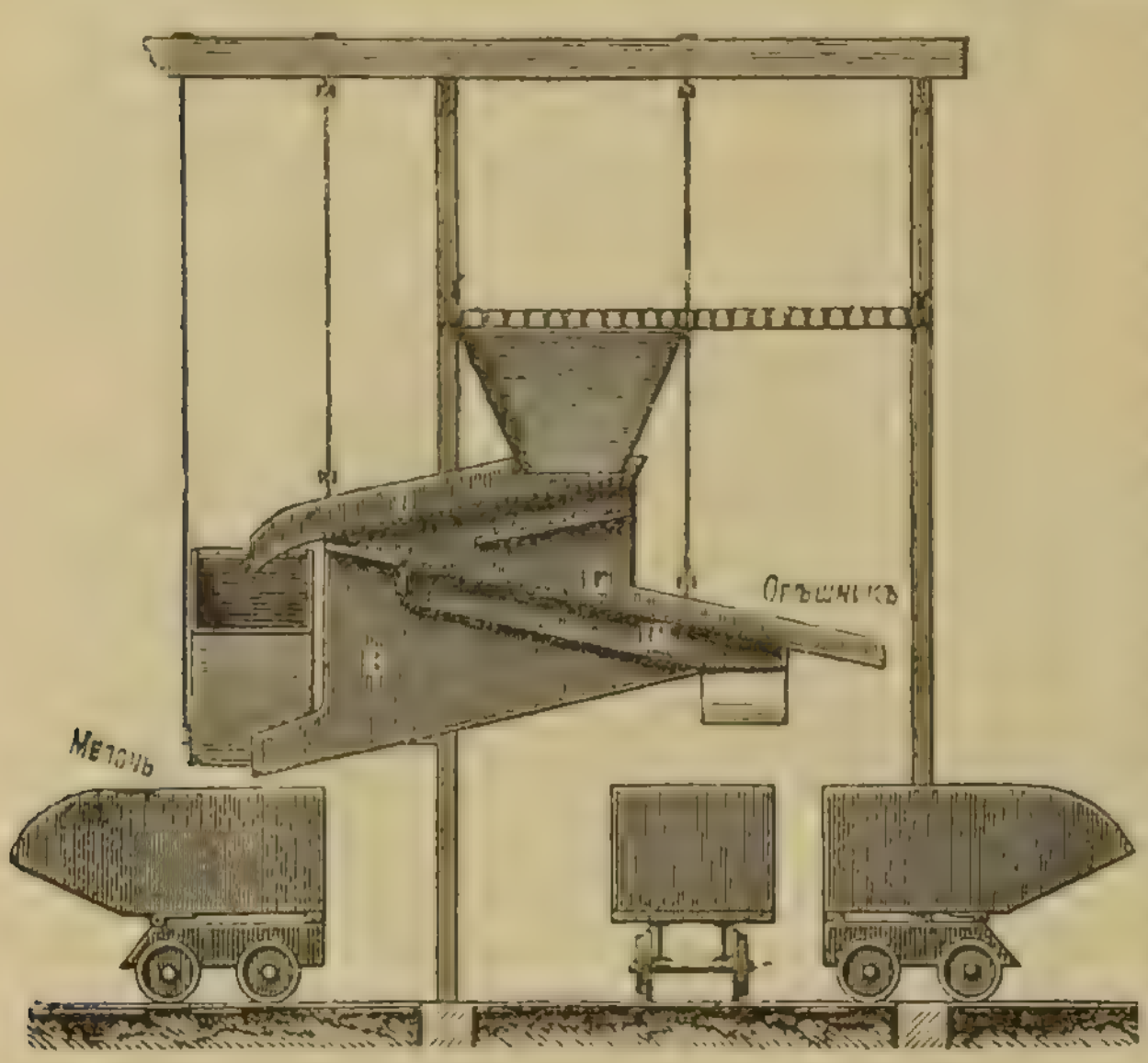


Рис. 31. Приспособленіе (Sauer u. Mayer, 1879) для раздѣленія сортовъ угля по величинѣ или крупности. Орѣшникъ не проходитъ чрезъ II рѣшето, а наиболѣе мелкая пыль проходитъ всѣ рѣшета. Всѣ они имѣютъ уклонъ, и весь приборъ, подвѣшенный на пружинахъ, получаетъ отъ машины постоянное сотрясеніе.

---

[1] Обогащеніе или очищеніе каменно-угольной мелочи механическими способами, начавшееся вводиться еще съ 1830 г. въ Бельгіи, стало сильно распространяться въ З. Европѣ въ послѣднія 25 лѣтъ, а у насъ, если не ошибаюсь, введено около средины 80-хъ годовъ; въ 1888 г. я уже видѣлъ большое и прекрасное устройство этого рода на Берестово-Богодуховскихъ копяхъ. Уголь, назначаемый для такой очистки, нарочно крошатъ (на дробилкахъ Блэка и вальцахъ) на куски, чтобы выломать колчеданы и посторонніе камни, находящіеся въ углѣ. Раскрошенный уголь поступаетъ (поднимается обык. по цѣпному элева-

большихъ выходовъ кокса, спрашиваемаго все въ возрастающихъ пропорціяхъ,

тору) въ сортировочный барабанъ (или вообще на рѣшета), гдѣ по хрупкости дѣлится на 3 (какъ на Богодуховскомъ приборѣ: a) до 5 мм., b) 5—10 мм. и c) 10—30 мм.) или болѣе сорта. Каждый сортъ уносится водою въ промывные ящики, и наиболѣе крупные кусочки, величиною въ 10—40 мм. (орѣшникъ), послѣ промывки и нѣк. сушенія (на рѣшетахъ), пускаются въ продажу для кузницъ и раз. заводовъ. Болѣе же мелкіе сорты промываются въ плоскихъ наклонныхъ и постоянно (механическимъ двигателемъ) встряхиваемыхъ рѣшетахъ вмѣстѣ съ кусками полевого шпата, что содѣйствуетъ отдѣленію наиболѣе плотныхъ кусковъ желѣзнаго колчедана и др. породъ (сланца, песчаника), которые скопляются въ низшемъ слоѣ. Промытая и очищенная мелочь послѣ обсушиванія смѣшивается и поднимается (элеваторами) въ особыя хранилища, изъ которыхъ прямо поступаетъ въ коксовыя печи. А такъ какъ многіе изъ коксующихся к. углей способны отчасти окисляться (вывѣтриваться) на воздухѣ и при этомъ теряютъ не только часть своихъ горючихъ началъ, но и свою способность спекаться, то коксованіе по возможности ведется какъ можно скорѣе послѣ добычи и обогащенія. Замѣтимъ еще, что коксованіе к.-угольнаго порошка почти всегда ведется съ сырымъ (мокрымъ) матеріаломъ, отчасти потому, что испареніе воды, предшествующее коксованію, выгоняетъ изъ печи оставшійся въ ней воздухъ. Чтобы показать степень очищенія, достигаемую при такомъ способѣ обогащенія, приведемъ въ видѣ примѣра, что уголь, содержащій напр. 10% минеральныхъ подмѣсей, получается въ промытой мелочи съ содержаніемъ ихъ въ $5—6\%$, а содержаніе сѣры съ 3% падаетъ на 2%. Угольную мелочь предъ помѣщеніемъ въ коксовую печь иногда сдавливаютъ въ особыхъ ящикахъ, чтобы ложилась плотнѣе. А такъ какъ все обогащеніе дѣлается механически (требуя на 1 милл. пуд. въ годъ машины въ 10—15 силъ), то понятно, что получается очень сложное устройство, понятіе о которомъ вовсе не дается прилагаемымъ рисункомъ (31), назначеннымъ только для понятія о первичномъ устройствѣ.

[2] При коксованіи смѣси (мелочи) разныхъ углей, очевидно, должно получить эту смѣсь съ полною равномѣрностію и предварительнымъ опытомъ опредѣлить должную пропорцію. Смѣшеніе производится особыми механизмами. При смѣшеніи преслѣдуютъ двѣ цѣли. Во первыхъ, чтобы коксъ вышелъ какъ можно болѣе плотный (т. е. содержалъ мало газоваго угля и много полуантрацита и коксоваго угля), потому что такой наиболѣе пригоденъ для доменнаго и др. производствъ. Во вторыхъ, стараются возвысить выходы кокса, т. е. по возможности увеличить пропорцію к. угля, дающаго большій

по мѣрѣ развитія добычи чугуна. А когда примѣняется мелочь, очевидно уже стало необходимымъ накаливать ее извнѣ, потому что внутри ея нельзя вызвать горѣнія, за невозможностію свободнаго прохода воздуха. А такъ какъ размѣры добычи кокса все расли, то приложено много усилій къ тому, чтобы не только произвести все коксованіе съ возможною экономіею расходовъ, но и воспользоваться летучими продуктами перегонки, выдѣляемыми накаливаемымъ к. углемъ, такъ какъ ихъ количество болѣе, чѣмъ достаточно, для коксованія к. угля. По этимъ причинамъ способовъ коксованія и устройствъ, для сего примѣняемыхъ, великое множество, но разобраться въ нихъ легко, если познакомиться съ наиболѣе распространеннымн пріемами въ немногихъ образцахъ [3].

Коксованіе *въ кучахъ* по существу не отличается отъ выжиганія въ кучахъ древ. угля, только для того, чтобы поддержать усиленную тягу воздуха (уголь горитъ труднѣе дерева), которая можетъ прекратиться отъ спеканія кусковъ, въ срединѣ кучи выкладываютъ кирпичную трубу *A* (рис. 29) съ многими отверстіями и съ желѣзнымъ колпакомъ, поворотъ котораго служитъ къ регулированію тяги, а по землѣ отъ окружности до половины кучи выводятъ кирпичные каналы D, D. Поверхъ крупныхъ кусковъ к. угля, изъ которыхъ складываютъ кучу, засыпаютъ мелочь, а затѣмъ покрываютъ золою и дерномъ, какъ и при выжиганіи древ. угля. Высота $1^1/_2$—2 метра, вмѣстимость 10—30 тоннъ угля, выходъ кокса обык. 60—65% отъ вѣса коксовыхъ углей, которые здѣсь примѣняются почти исключительно [4]. Часть кокса въ кучахъ всегда бываетъ недостаточно разложена, а потому вообще коксъ получается неравномѣрный. У насъ этотъ пріемъ не примѣняется.

Первыя открытыя сверху стойловыя *печи Шаумбурга*, возникшія еще въ концѣ прошлаго столѣтія, представляли ничто иное, какъ такія же кучи, только окруженныя стѣнками съ отверстіями въ нихъ (закрываемыми кирпичами на глинѣ, когда надо) для направленія тяги внутри печи. Коксуются только жирные угли, даютъ малый (60—65%) выходъ кокса. Затѣмъ слѣдовали закрытыя сверху печи, подобныя хлѣбопекарнымъ, вмѣщающія болѣе 6 тоннъ угля, съ дверцами внизу для закладыванія угля и выгреба кокса, а наверху съ отверстіемъ для горящихъ летучихъ продуктовъ разложенія (рис. 30). Сперва печь накаливали, сожигая уголь, затѣмъ вводили засыпь, запирали и замазывали дверцы и оставляли лишь небольшое отверстіе для входа воздуха, сожигающаго летучіе продукты сухой перегонки. Когда выходящее пламя блѣднѣло, т. е. коксованіе кончалось, чрезъ дверцы выгребали коксъ, его заливали водою, а въ накаленную печь вводили новую засыпь. Такія печи особо подходятъ для коксованія газовыхъ углей, не требующихъ сильнаго накаливанія. Продуктъ неравномѣренъ. Примѣняются еще и нынѣ мѣстами въ Англіи и Вестфаліи.

Болѣе совершенныя *коксовыя печи* явились въ срединѣ этого столѣтія и основались на разобщеніи коксуемаго угля отъ горящихъ газовъ; уголь помѣщается какъ бы въ ретортѣ, выложенной изъ кирпича, а именно въ камерѣ или въ закрытомъ *узкомъ* пространствѣ, окруженномъ сплошными тонкими кирпичными стѣнками, охватываемыми дымовыми каналами, нагрѣваемыми при помощи горящихъ газовъ, выдѣляемыхъ самимъ углемъ. Нѣсколько камеръ располагаются рядомъ, образуя одну печь или «батарею», и газовъ, отдѣляемыхъ углемъ, оказывается достаточно не только для нагрѣва печи, но и для добавочныхъ нагрѣваній, напр. паровиковъ Камеры располагаются или горизонтально, какъ напр. въ *печи Смета* (Smet, 1850) и др. печахъ, нынѣ нап-

*

остатокъ при накаливаніи (полужирнаго или полуантрацита) и меньше газовъ, такъ какъ ихъ при правильномъ коксованіи всегда получаютъ болѣе, чѣмъ нужно для накаливанія коксовыхъ печей.

[3] Въ своемъ описаніи и изображеніи способовъ коксованія я слѣдую за извѣстнымъ фрейбергскимъ профессоромъ Ледебуромъ, который въ своей металлургіи желѣза разбираетъ этотъ предметъ кратко, но съ большимъ знаніемъ современнаго положенія вещей.

[4] Въ Верхней Силезіи подвергаютъ обжиганію въ кучахъ не только жирные угли, но и сухіе длиннопламенные, получая коксъ въ глыбахъ или кускахъ, годный для горновъ.

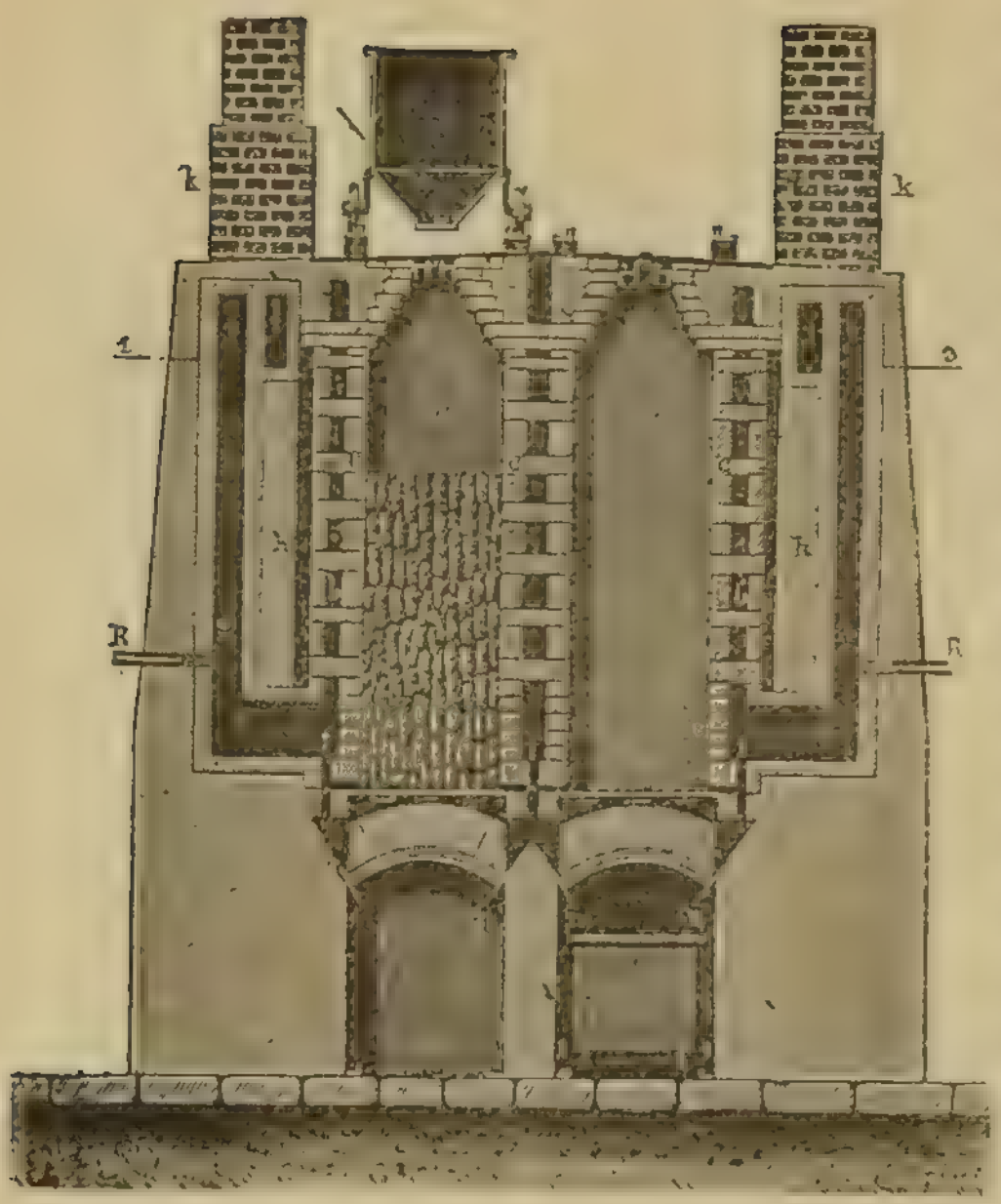


Рис. 32 и 33. Вертикальный (поперечный) разрѣзъ и планъ батареи изъ 12-ти вертикальныхъ камеръ a для коксованія, печь Appolt. Высота камеръ около 5 метр. Камеры вверху уже 0.29×1.12 м., внизу шире 0,43×1,26 м., чтобы облегчить выходъ кокса чрезъ нижнюю дверцу. Большіе кирпичи c служатъ для укрѣпленія стѣнокъ. Подъ каждымъ рядомъ камеръ продольная галлерея (выс. 1.8 м.) для вагонетокъ, принимающихъ коксъ (n). Газы и пары изъ камеры (реторты) выходятъ въ щели ea (всего 18) около дна, до высоты 0.6 м., что заставляетъ газы проходить всю высоту камеръ. Изъ этихъ щелей газы идутъ по дымоходамъ, окружающимъ реторты, и здѣсь сгораютъ на счетъ воздуха, входящаго снизу въ отверстія ff. Тягою управляютъ задвижки R въ двухъ вытяжныхъ трубахъ k. Въ каждую камеру входитъ 1,2—1,4 тонны угля.

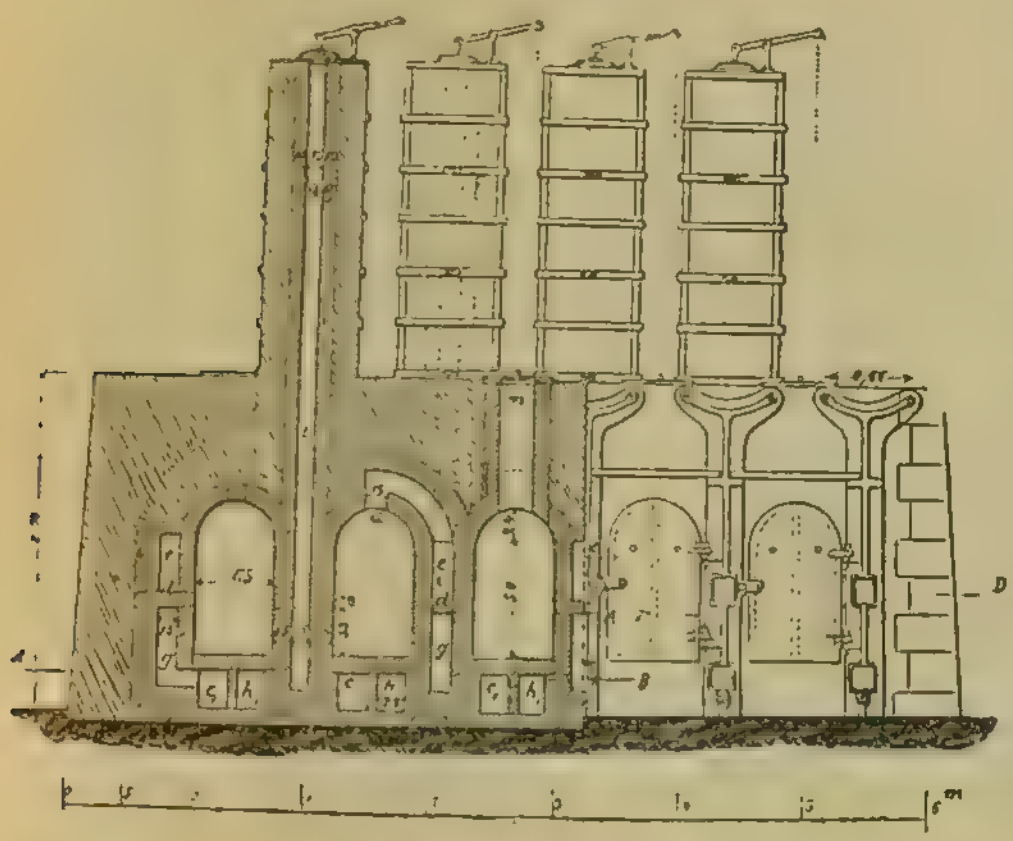
болѣе распространенныхъ, или вертикально, какъ въ *печи Аппольта* (Appolt, 1854). Толщина накаливаемаго слоя угля, т. е. наименьшее разстояніе внутр. стѣнокъ камеръ, дѣлается около полуметра (даже 0,4 м.), или до 1 метра, и то только для сильно спекающихся углей, которые требуютъ не очень высокой темпер. для коксованія, но постепенности въ ея возвышеніи, если желаютъ имѣть не ноздреватый, а плотный, однородный коксъ. Коксованіе длится въ такихъ печахъ отъ 1 до 2, рѣдко 3 сутокъ. Тотчасъ послѣ его окончанія въ одной изъ камеръ накаленный коксъ вынимается изъ камеры [5], охлаждается струею воды и вводится новая масса угля [6], такъ что дѣйствіе не только всей печи, но и каждой камеры идетъ постоянно, лишь съ краткими перерывами для опоражниванія, а

---

[5] Для выниманія кокса изъ вертикальныхъ камеръ (какъ въ печахъ Аппольта) служатъ дверцы, запирающія дно. Ихъ предъ наполненіемъ камеры засыпаютъ, чтобы не перегорѣли, слоемъ коксовой пыли, а когда коксованіе кончится, открываютъ, и коксъ падаетъ въ подвозимыя снизу вагонетки, куда направляется боковыми пластинами (*n* на рис.). Эта операція неудобна и даже не безопасна, а главное, такой способъ освобожденія камеръ требуетъ большой высоты, а слѣд. и очень дорогого сооруженія. Когда камеры горизонтальны, ихъ короткіе концы запираются (и замазываются глиною) плотными чугунными дверцами (см. напр. рис. печи Smet), которыя открываютъ при окончаніи коксованія, чтобы выдавить (выпихнуть) чрезъ одинъ конецъ весь коксъ сразу на чуть наклонную площадку (ее кроютъ кирпичемъ или чугунными плитами), которая устраивается передъ всѣми камерами съ другого конца, и здѣсь охладить струями воды. Чтобы совершить выдвиганіе сразу 2—3 тоннъ кокса, вмѣщающагося въ отдѣльную камеру, примѣняютъ особый щитъ, дѣйствующій какъ поршень и для того закрѣпленный на длинной зубчаткѣ, на которую давятъ или силою ворота, приводимаго въ движеніе людьми, или небольшою паровою машиною, которая помѣщается вмѣстѣ съ зубчаткою на платформѣ, подкатывающейся (по рельсамъ, перпендикулярнымъ съ осью камеръ) къ каждой камерѣ, которую слѣдуетъ освободить. Вся эта операція идетъ легко и сильно облегчаетъ производство кокса.

[6] Засыпка камеръ коксомъ ведется обыкновенно чрезъ посредство вагонетокъ (ходящихъ по рельсамъ) съ коническимъ дномъ и клапаномъ или опоражнивающихся при наклонѣ. Такъ какъ нынѣ въ большей части случаевъ коксуютъ сортированную смѣсь мелочи разныхъ углей, то наполненіе камеръ чрезъ воронки не представляетъ трудностей.

такъ какъ въ это время другія камеры-батареи продолжаютъ дѣйствовать, то выдѣляющимися изъ нихъ газами топка ведется непрерывно. Выходъ кокса въ печахъ этихъ явно выше, чѣмъ въ кучахъ или первичныхъ печахъ съ внутреннимъ горѣніемъ. Обыкновенно здѣсь получаютъ 70 — 73% кокса на 100 жирнаго коксоваго угля.



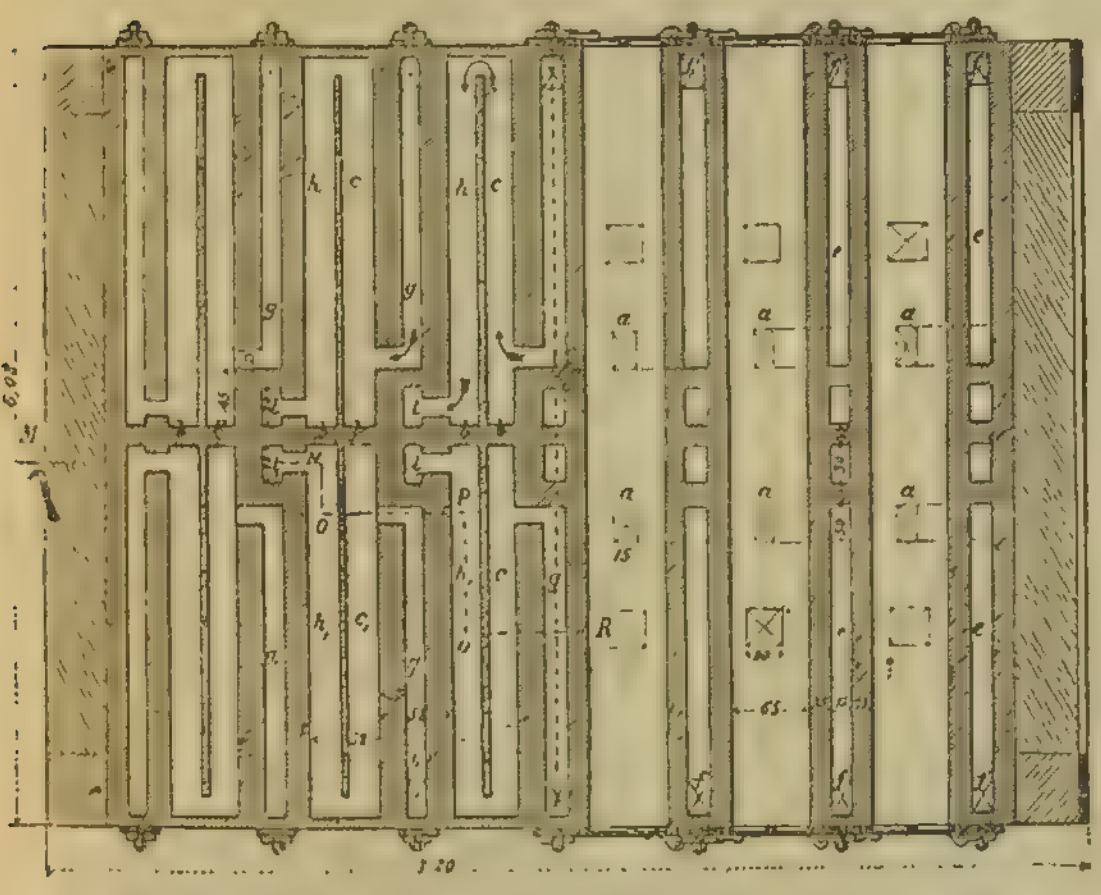


Рис. 34 и 35. Разрѣзъ и планъ коксовой печи Smet съ лежачими (т. е. горизонтальными) ретортами. Газы выходятъ изъ каждой реторты чрезъ два отверстія aa въ сводѣ въ ее, но bb спускаются внизъ до средняго пояса реторты, затѣмъ, пройдя вдоль половины реторты, спускаются въ лежачіе же боковые боровы qq, гдѣ идутъ въ обратномъ направленіи и потомъ проходятъ подъ днемъ камеры въ боровахъ cc, hh, чтобы поступить затѣмъ въ вытяжныя трубы ll. Засыпь угля чрезъ mm. Длина камеры 7—6 м., высота 1,1—1,2 м., ширина 0,65 м., вмѣстимость 2½ тонны угля, коксованіе кончается въ 24 часа.

Печи съ вертикальными камерами (см. рис. 32 и 33) представляютъ большую поверхность нагрѣваемыхъ стѣнокъ (6 — 7 кв. метровъ на куб. метръ емкости или 1 кв. метръ на 100 кило угля); въ печахъ горизонтальныхъ она меньше [7], а потому, во первыхъ, коксъ выходитъ скорѣе и равномѣрнѣе, но устройство ихъ дороже и опоражниваніе камеръ сопряжено съ неудобствами, п. ч. идетъ снизу, подъ печами [8], а потому въ послѣднее время исключительно строятъ коксовыя печи съ горизонтально лежащими камерами или ретортами. На прилагаемыхъ рисункахъ изображены три примѣра такихъ печей: Смета (Smet), Коппе (Coppée) и Гофмана-Отто. Въ двухъ послѣднихъ дымоходы идутъ въ поперечномъ (противу оси реторт) направленіи, а у Смета въ продольномъ; есть и не мало другихъ разностей устройства, видимыхъ въ чертежахъ, но сущность пріема одинакова: уголь всыпается сверху чрезъ нѣск. отверстій, затѣмъ замазываемыхъ, и поступаетъ въ лежащую длинную камеру или реторту, окружаемую горящими газами, образующимися при коксованіи, а когда процессъ кончился, коксъ выталкивается изъ каждой камеры однимъ общимъ кускомъ на особую площадку, гдѣ и гасится водою. Главную разность

---

[7] Это потому, что въ нихъ большая верхняя плоскость не нагрѣвается и вообще изъ 6-ти окружающихъ сторонъ грѣются только три, въ вертикальномъ же 4 и притомъ наибольшія, но устройство вертикальныхъ ретортъ почти вдвое дороже (около 1500—2000 франковъ на куб. метръ), чѣмъ горизонтальныхъ, и починка такъ трудна, что для одной камеры надо останавливать работу всей печи.

[8] Иногда устраиваютъ при вертикальныхъ камерахъ дверцы для кокса сбоку, но это уже измѣняетъ принципъ и затрудняетъ устройство еще болѣе. Въ Blanzy устроены печи съ 22 вертик. ретортами и со сборомъ побочныхъ продуктовъ, отводя газы и пары для охлажденія и пуская охлажденные газы въ дымоходы, гдѣ совершается горѣніе, для нагрѣванія ретортъ. Съ своей стороны замѣчу, что существующій при коксованіи избытокъ горючихъ газовъ, удобство выемки кокса [5] и сравн. дешевизна устройства горизонтальныхъ ретортъ даютъ право предпочитать ихъ вертикальнымъ, хотя въ этихъ послѣднихъ и лучше можно утилизировать газы. Но мнѣ кажется, что наиболѣе выгодными и удобными могли бы сдѣлаться коксовыя печи, еслибы реторты въ нихъ устраивались наклонно къ горизонту, тѣмъ болѣе, что тогда опоражниваніе ретортъ было бы столь же просто, какъ при вертик. камерахъ, и еще болѣе удобно (коксъ скатывался бы на свободную часть пространства), чѣмъ въ горизонтальныхъ ретортахъ.

устройства прежнихъ печей этого рода (какова печь Smet) отъ болѣе новыхъ (напр. печь Соррée) составляетъ большая устойчивость стѣнокъ ретортъ, такъ какъ онѣ поддерживаются многими поперечными охватами, а потому могутъ дѣлаться изъ болѣе тонкаго кирпича и легче прогрѣваются, печь-же Гофмана-Отто приведена, какъ примѣръ такихъ коксовыхъ печей, въ которыхъ особо собираются жидкіе продукты сухой перегонки угля, т. е. деготь и амміачная вода. Но прежде чѣмъ переходить къ этому устройству, опишемъ печь Коппе, какъ типъ очень распространенный и только немного видоизмѣненный въ разныхъ другихъ образцахъ (таковы и печи Гофмана-Отто).

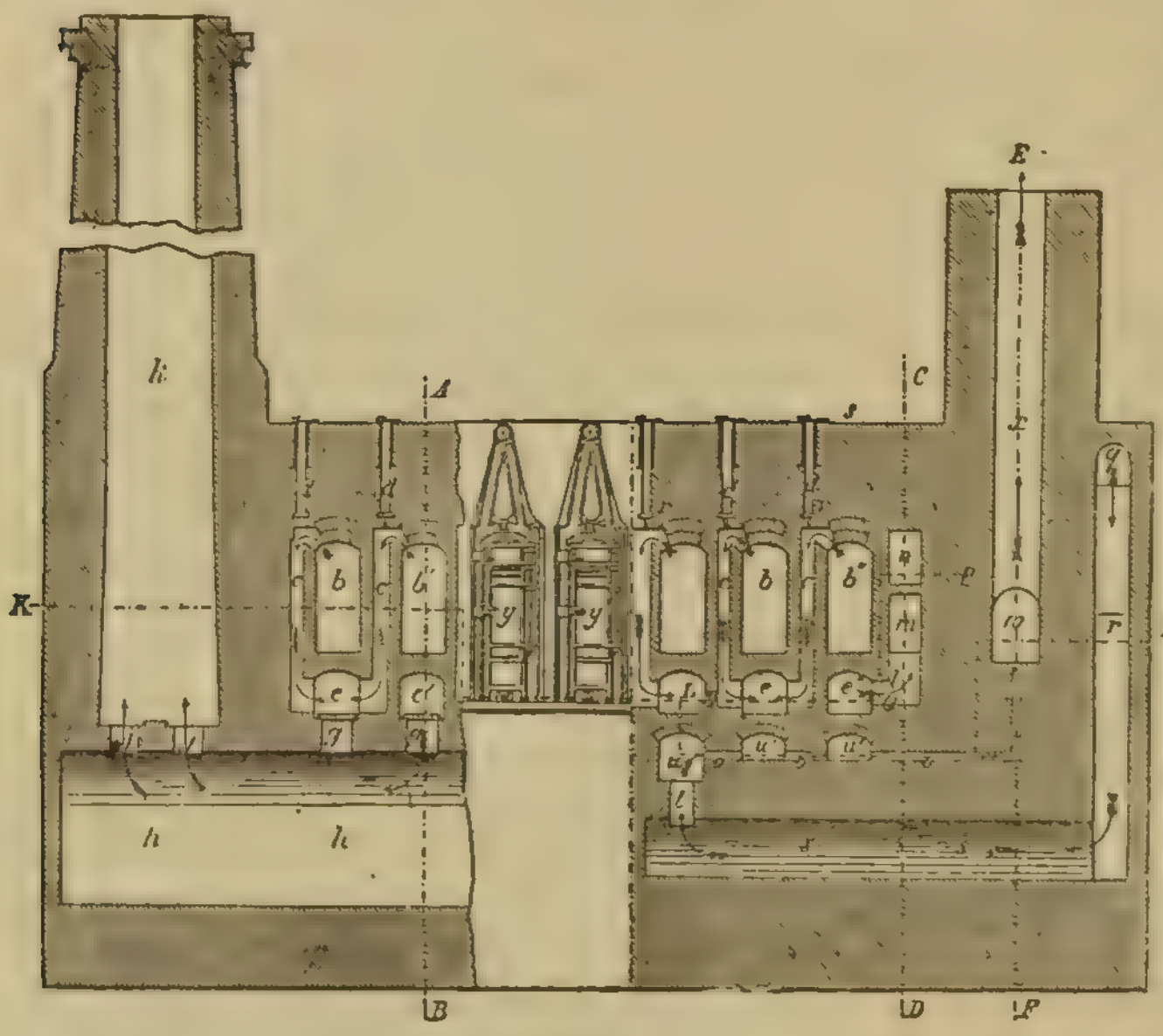


Рис. 36. Батарея лежачихъ коксовыхъ ретортъ или коксовая печь Коппе (Соррée), представленная въ вертикальномъ поперечномъ разрѣзѣ (по GHJ, рис. 38). Продукты разложенія выходятъ сверху реторты многими отверстіями и спускаются по стѣнкѣ и далѣе направляются, какъ указано стрѣлками на планѣ (рис. 38).

Коксовыя печи Коппе очень распространены въ З. Европѣ (особенно съ 1880 г.). Въ нихъ (см. рис. 36, 37 и 38, гдѣ данъ и масштабъ) лежачія реторты *bb'* имѣютъ вверху около 30 равномѣрно распредѣленныхъ отверстій, каждому изъ которыхъ отвѣчаетъ свой нисходящій каналъ *c*, отводящій газы въ продольный подъ дномъ каналъ *c*, гдѣ газы двухъ сосѣднихъ ретортъ смѣшиваются и, нагрѣвъ ихъ снизу, выходятъ чрезъ пролеты *g* въ боровъ *h*, откуда въ вытяжную трубу *k*. Воздухъ, потребный для горѣнія газовъ, втягивается чрезъ отверстія *dd*, спускается по каналамъ, нагрѣваемымъ тепломъ печи, и смѣшивается уже подогрѣтый съ газами, выходящими изъ реторты, что содѣйствуетъ полученію высшей степени жара [9]. При томъ устройствѣ, какое имѣютъ стѣнки реторты, ихъ кладутъ изъ хорошо пригнанныхъ тонкихъ лещадокъ (обык. не толще 9 сантим.). Ширину каждой ретортѣ даютъ обыкновенно 0,43 м.

Рис. 37. Продольный и вертикальный разрѣзъ коксовальной печи Коппе (по AB, рис. 36). Засыпь ведется чрезъ aa.

[9] А для того, чтобы сильный жаръ, постоянно нагрѣвающій печь, по возможности не портилъ ея, въ массивѣ всей печи отъ входныхъ отверстій *q* до малой вытяжной трубы *x* по каналамъ *r* (вертикально опуск. внизъ), *ss*, *tt* (вертикально поднимается вверхъ), *uu* и чрезъ *w* въ *x* пропускается холодный наружный воздухъ.

съ одного конца и 0,48 м. съ другого, черезъ которое выталкивается (см. [5]) образовавшійся коксъ. Для введенія угля, въ каждой ретортѣ дѣлаютъ три отверстія *aa* въ сводѣ, которыя затѣмъ хорошо закрываются и замазываются глиною, чтобы чрезъ нихъ не входилъ воздухъ.

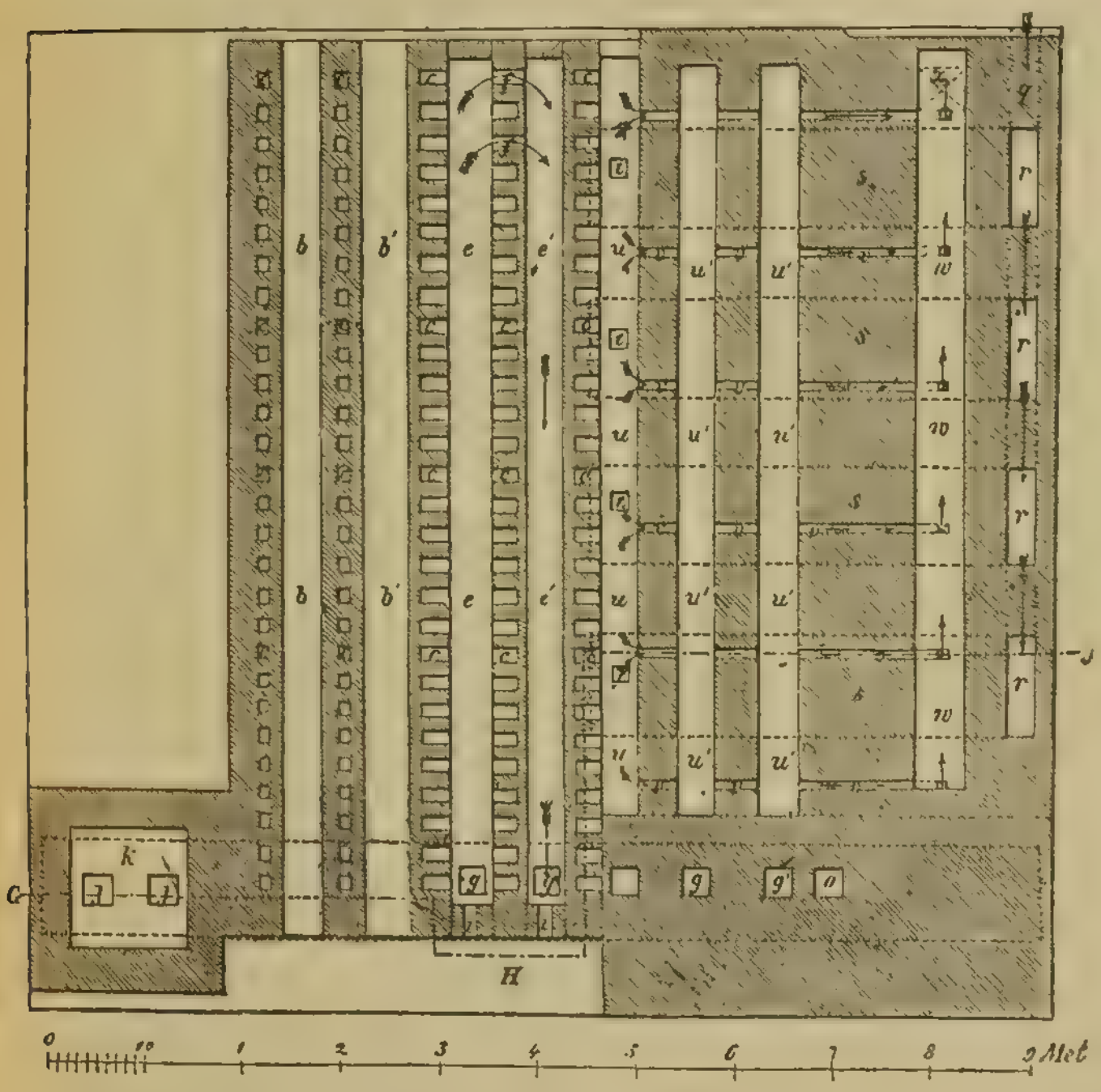


Рис. 38. Планъ (горизонтальный разрѣзъ по KLM, рис. 36) коксовой печи Коппе, изображенной на рис. 36 и 37. Эти печи очень распространены нынѣ повсюду. Къ нимъ иногда присоединяются устройства для собиранія дегтя и амміачной воды (рис. 39 и 40).

Длина ретортъ обык. около 9 м., высота около 1,1 м. При ширинѣ около 0,45 м. коксованіе кончается въ 24 часа, если же высота 1,7 м., ширина 0,6 м., то въ 48 ч.

Въ отношеніи ко всѣмъ, подобнымъ предыдущимъ, видамъ коксовыхъ печей должно указать на два существенныхъ обстоятельства, подающихъ поводъ къ дальнѣйшему улучшенію дѣла, а именно: на неравномѣрность нагрѣванія въ разные періоды коксованія и на сожиганіе при немъ парообразныхъ продуктовъ разложенія к. углей, имѣющихъ свою немалую цѣнность. Первое обстоятельство опредѣляется тѣмъ, что при началѣ коксованія изъ каждой реторты идетъ большой избытокъ горючихъ газовъ и паровъ, а подъ конецъ очень мало, а потому нагрѣвъ ретортъ и ходъ горѣнія газовъ въ дымоходахъ не могутъ быть равномѣрными. А такъ какъ періоды засыпи свѣжаго угля въ разныхъ камерахъ одной батареи не совпадаютъ, то естественнымъ средствомъ противу этой неравномѣрности должно считать смѣшеніе продуктовъ перегонки всѣхъ камеръ и сожиганіе затѣмъ общей массы газа около каждой реторты въ желаемомъ количествѣ, такъ какъ, собравъ газы, легко уже распредѣлить ихъ по произволу. Это тѣмъ выгоднѣе, что газовъ выдѣляется болѣе, чѣмъ нужно для коксованія, и ихъ избытокъ тамъ, гдѣ сборъ устроенъ, употребляютъ не только для освѣщенія заводскихъ помѣщеній, но и для топки нѣск. паровиковъ или для газовыхъ двигателей. Собираніе въ общую массу продуктовъ, выдѣляющихся изъ ретортъ, представляетъ, конечно, свои усложненія въ устройствѣ, но за то позволяетъ, охлаждая эти продукты, выдѣлить изъ нихъ все то цѣнное, что можетъ сгущаться, и этимъ путемъ не только окупать мелкіе расходы, но и значительно удешевлять самый коксъ. 1000 пудовъ обык. коксоваго угля, разлагаясь въ ретортѣ, образуетъ, кромѣ 700—750 пуд. кокса, около 80—100 п. воды, которая, сгущаясь, растворяетъ происходящій амміакъ (и углекислую соль, имъ образуемую), и около 15—45 пуд. каменноугольнаго дегтя и около 100—200 пуд. горючихъ газообразныхъ продуктовъ разложенія. Изъ водянистой жидкости можно добыть, какъ показываютъ прямыя данныя практики, отъ 2 до 14 пуд. сѣрноамміачной соли, а 15—45 пуд. каменноугольнаго дегтя сами по себѣ прямо уже стоятъ отъ 3 до 10 р., въ среднемъ хотя бы только около 5 р., что уже одно отвѣчаетъ $^1/_2$ коп. на пудъ к. угля. Вообще, собирая амміакъ и деготь, можно разсчитывать ихъ продажею по-

гасить *по крайней мѣрѣ* 20 — 30% стоимости к. угля, расходъ же такой добычи во всякомъ случаѣ составитъ гораздо меньшую долю стоимости угля [10]. Притомъ и коксъ, отъ равномѣрно веденнаго послѣдовательнаго нагрѣванія, получается болѣе плотный, а потому и болѣе цѣнный. Слѣдовательно, съ хозяйственной стороны такое коксованіе, при которомъ собираются побочные продукты—деготь и амміакъ,—оказывается не безвыгоднымъ [11], съ технической же въ немъ нѣтъ особыхъ трудностей—только обзаводство дорого. Все дѣло сводится къ тому, чтобы изъ всѣхъ ретортъ и дегтяныхъ корытъ (гидравлика), въ которыя прежде всего (рис. 39 и 40) входятъ горячіе (700—800°) продукты разложенія, дать выходъ летучимъ продуктамъ въ одинъ общій каналъ, здѣсь охладить выдѣленные продукты (пропуская по трубамъ, охлаждаемымъ водою и воздухомъ), чрезъ что и сгущаются водянистыя и смолистыя (деготь) части, а оставшіеся газы распредѣлить отчасти въ дымоходы кругомъ ретортъ, гдѣ они и сгораютъ, смѣшиваясь съ воздухомъ, а отчасти (остатокъ) на другія потребности (отопленіе и освѣщеніе). Газометровъ или большихъ сборниковъ газа (газгольдеровъ) при этомъ можно избѣжать (употребляются лишь небольшіе, дающіе напоръ газамъ), п. ч. все потребленіе газа идетъ непрерывно, и только слѣдуетъ гдѣ-нибудь (въ срединѣ сгустителей и скрубберовъ, т. е. промывателей, или послѣ нихъ, когда газъ уже совершенно остылъ) на пути газа помѣстить высасывающій (изъ ретортъ) и нагнетающій (по направленію къ мѣстамъ потребленія газовъ) приборъ, подобный вентилятору или эксгаустору, чтобы этимъ способомъ заставить газы слѣдовать по трубамъ и каналамъ, назначеннымъ для ихъ движенія [12), гдѣ они и охлаждаются, прежде чѣмъ поступаютъ для горѣнія кругомъ ретортъ. Прилагаемые рис. показываютъ въ продольномъ и поперечномъ разрѣзахъ расположеніе печи Гофмана-Отто, сильно распространенной въ Германіи и назначенной для собиранія побочныхъ продуктовъ коксованія. Лежачія реторты *a a* и все главное устройство такое же, какъ въ описанныхъ выше печахъ съ горизонт. камерами. Вся разница по существу въ томъ, что для выхода паровъ и газовъ существуютъ особыя трубы *bb*, снабженныя клапанами (запираемыми тогда, когда реторта опоражнивается), отводя-

[10] Во всемъ мірѣ добывается не менѣе 1500 милл. пудовъ кокса и, слѣд., по 10 р. съ тысячи пудъ, добыча побочныхъ продуктовъ коксованія (к.-у. дегтя и амміака) можетъ доставить новыхъ товаровъ на 15 милл. руб. Особенно важна здѣсь добыча сѣрноамміачной соли, которую легко сбыть по $1^1/_2$ р. пудъ, такъ какъ амміачныя соли спрашиваются въ сельскомъ хозяйствѣ для удобренія и во многихъ отрасляхъ техники, напр. для амміачнаго способа переработки соли въ соду. Добыча такой соли производится легко способомъ, примѣняемымъ и для переработки другихъ слабыхъ амміачныхъ растворовъ (напр. получаемыхъ при сухой перегонкѣ животныхъ отбросовъ, при гніеніи мочи, при газовомъ производствѣ и т. п.) и состоящимъ въ томъ, что амміачный растворъ смѣшиваютъ съ известью (чтобы разложить углеамм. соль и освободить NH^3) и нагрѣваютъ, а пары, содержащіе весь амміакъ, проводятъ въ растворъ сѣрной кисл., который, испаряясь затѣмъ, и даетъ кристаллы сѣрноамміачной соли.

[11] Нынѣ каменноугольный деготь, получаемый преимущественно съ газовыхъ заводовъ, цѣнится повсюду около 20—30 к. за пудъ (около 30 шилл. за тонну) и идетъ для полученія цѣнныхъ продуктовъ (см. далѣе особую главу объ этомъ производствѣ), подобныхъ бензолу, аниллину, антрацену, карболовой кисл., нафталину и т. п. Сперва казалось, что добыча такого дегтя при коксованіи дастъ перепроизводство и паденіе цѣнъ, но, не смотря на то, что нынѣ въ Германіи, Бельгіи, Франціи и Англіи завелось уже много заводовъ, получающихъ к.-у. деготь при коксованіи, и предложеніе дегтя возросло, его спросъ не падаетъ, а все растетъ, п. ч. главная масса этого дегтя даетъ твердую каменноугольную смолу, примѣняемую въ искусс. асфальтъ, для кровельнаго толя, для брикетъ и для множества подоб. приложеній, а потребленіе красильныхъ веществъ, добываемыхъ изъ бензола, антрацита и нафталина, а также расходъ карболовой кислоты (фенола) и др. для дезинфекціи — сильно возрастаютъ.

[12] Послѣдніе слѣды амміака удаляются изъ газа послѣ его охлажденія въ трубахъ (охлаждаемыхъ снаружи воздухомъ и водою), пропуская его чрезъ сѣтки, взбрызгиваемыя холодною водою, растворяющею слѣды амміака. Такъ какъ бензолъ C^6H^6 легко летучъ, составляетъ одну изъ очень цѣнныхъ составныхъ частей продуктовъ перегонки к. углей и въ газѣ содержится въ количествѣ обыкновенно около 0,6% (не менѣе 0,5%), то его выгодно извлекать изъ газа коксовыхъ печей. Для этой цѣли можетъ служить вбрызгиваніе въ особомъ приборѣ смазочнаго нефтянаго масла, которое растворяетъ бензолъ и отдаетъ его при испареніи, возобновляясь для новаго примѣненія.

щія газъ въ главныя трубы *cc*, изъ которыхъ газъ уже идетъ въ свой путь охлажденія для сгущенія дегтя и амміачной воды [13].

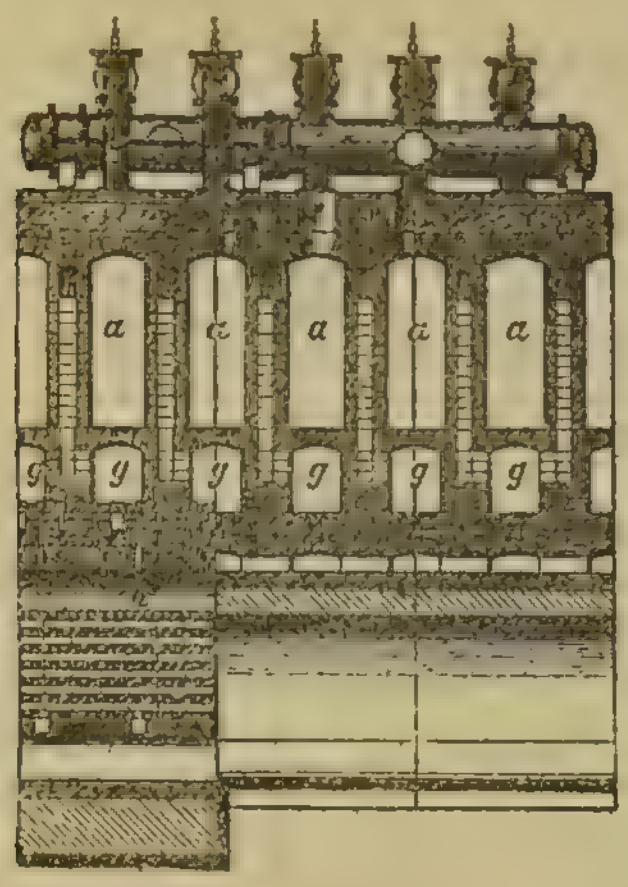


Рис. 39. Коксовальная печь Гофмана-Отто въ поперечномъ разрѣзѣ чрезъ реторты a. Продукты разложенія идутъ прежде всего въ гидравлики c, гдѣ оставляютъ наиболѣе тяжелый деготь. Послѣ отдѣленія дегтя и амміачной воды, охлажденные газы опять накаливаются, какъ приходящій воздухъ въ регенераторныхъ камерахъ hi, видимыхъ на рис. 40.

Понятно, что разные угли дадутъ и разную пропорцію дегтя и сѣрноамміачной соли. Въ видѣ примѣра укажемъ:

	Сѣрноамм. соли $^0/_0$.	Каменноуг. дегтя $^0/_0$.	Кокса $^0/_0$.
Вестфальск. жир. к. у.	1,1	2,7	76
Уг. Bessèges, Франція	1,8	3,3	73
Въ Havré, Бельгія.	6,4	1,5	81,5
Въ Германіи вообще	0,8—1,25	2,5—4,5	65—77

Для Россіи при современномъ производствѣ около 100 милл. пуд. чугуна требуется не менѣе 150 милл. пуд. кокса, для чего надо коксовать около 200 милл. пуд. угля, что можетъ доставить 2—5 милл. пуд. сѣрноамміачной соли и 2—4 милл. пуд. кам. уг. дегтя, которые стоятъ нынѣ 4—8 милл. руб., а весь уголь на мѣстахъ добычи стоитъ около 10 милл. р. Слѣдовательно, хозяйственно-народный интересъ въ устройствѣ такого способа коксованія очевидно существуетъ [14].

то можно обходиться и безъ этого усложненія, что и принято на многихъ заводахъ, особенно во Франціи и Бельгіи. Что касается до способовъ охлажденія газовъ, то они всегда состоятъ въ пропускѣ по чугуннымъ трубамъ, охлаж-

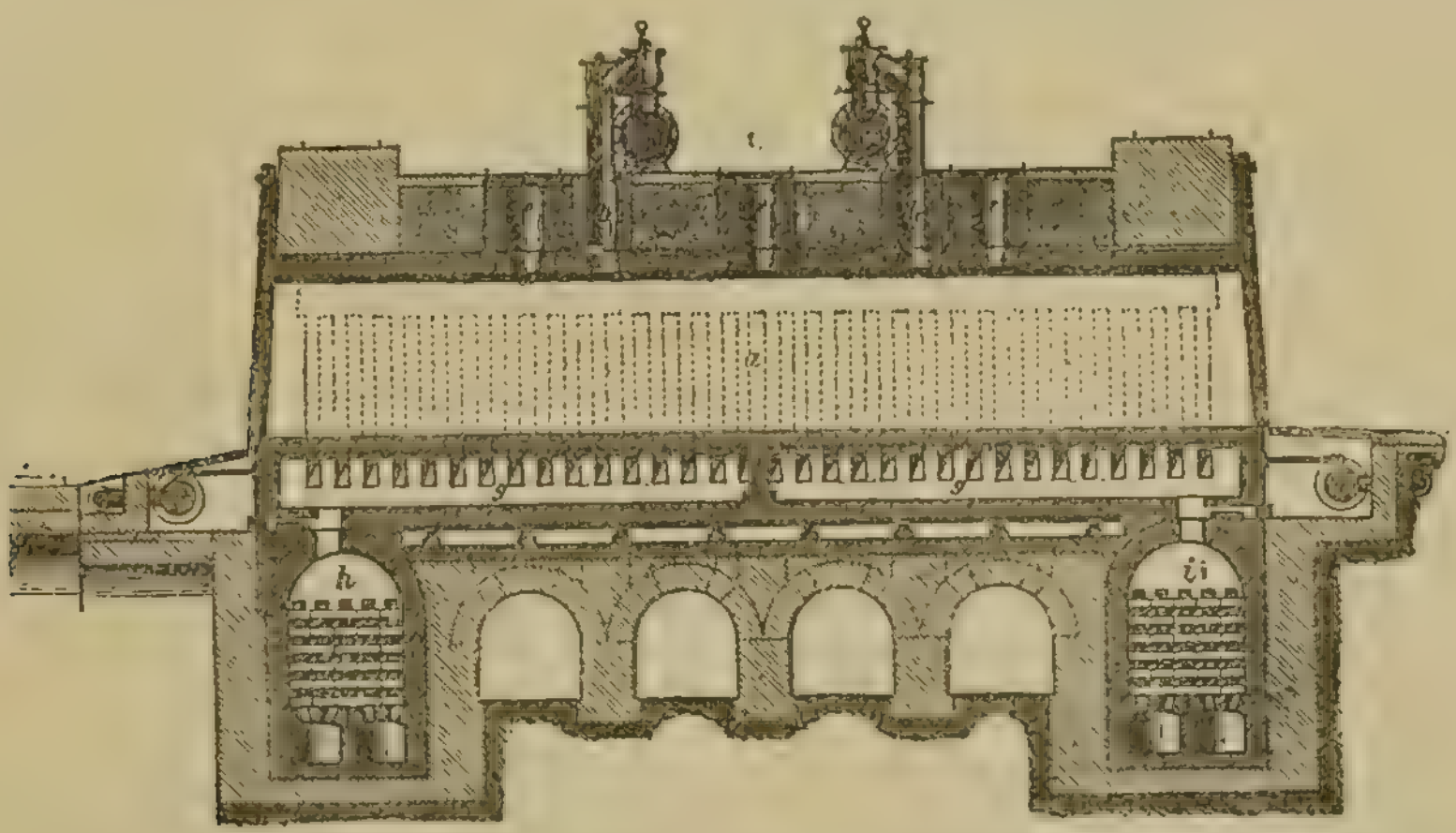


Рис. 40. Коксовая печь Гофмана-Отто въ продольномъ разрѣзѣ вдоль реторты a, см. рис. 39.

[13] На прилагаемомъ рис. воздухъ, идущій для горѣнія газа въ дымоходахъ, нагрѣвается примѣрно до 1000° въ одномъ изъ рекуператоровъ *i* или *h*, когда чрезъ другой проходятъ продукты горѣнія и накаливаютъ кирпичную кладку. Такое устройство мы узнаемъ вскорѣ (гл. 2); оно сильно повышаетъ темпер. горѣнія и содѣйствуетъ экономіи топлива, но такъ какъ оно удорожаетъ устройство и усложняетъ присмотръ (надо особымъ клапаномъ по временамъ заставлять перемѣняться направленію воздуха и продуктовъ горѣнія то чрезъ *h*, то чрезъ *i*) и вопросъ объ экономіи топлива при избыткѣ горючихъ газовъ стоитъ на второмъ планѣ, даемымъ снаружи водою, и не представляютъ ни трудностей, ни однообразія, а потому надъ этимъ не считаю нужнымъ останавливаться.

[14] По даннымъ Valton въ Бельгіи, при устройствѣ 100 печей Smet-Solway, дающихъ въ сутки 400—440 тоннъ кокса (въ годъ около $7^1/_2$ милл. пуд.) изъ полужирнаго угля ($81^1/_2{}^0/_0$ кокса) и $1{,}5^0/_0$ дегтя, израсходовано на устройство по 6000 франковъ (около $2^1/_2$ т. руб.) на каждую печь. Полагая даже еще большій расходъ на обзаводство печами, все же онѣ окупятся въ 2—3 года, на дегтѣ и амміачныхъ соляхъ, а потому потребность въ нихъ у насъ очевидна и дастъ большую новую отрасль русск. промышленности, которая нынѣ получаетъ изъ

Честь введенія въ практику коксовыхъ печей принадлежитъ Carvès, который во Франціи въ St. Etienne, Bessège и Terrenoire съ 1867 г. ввелъ печи, въ которыхъ сталъ собирать деготь и амміакъ. Нынѣ подобныя печи особенно распространены въ Германіи.

Въ отношеніи состава кокса должно замѣтить прежде всего, что въ немъ, даже послѣ предварительнаго очищенія к. угля, рѣдко бываетъ золы менѣе 4% [15] (п. ч. въ к. углѣ рѣдко менѣе 3%), но влажности, если коксъ не былъ особо смоченъ водою [16], а содержитъ только то, что остается въ немъ на воздухѣ, обыкновенно немного, 1—2, много 3%. Содержаніе сѣры [17] въ коксѣ очень важно для его металлургическихъ примѣненій и составляетъ его важный недостатокъ, по сравненію съ древеснымъ углемъ, сѣры не содержащимъ. Въ коксѣ же рѣдко бываетъ менѣе ½% сѣры, обыкновенно около 1%, но при содержаніи болѣе 2% сѣры коксъ уже бракуется для вагранокъ и доменныхъ печей. Водорода въ коксѣ остается отъ 0,2 до 0,6%. Содержаніе азота, вообще сколько извѣстно, менѣе ½%, а углерода въ сухомъ и беззольномъ веществѣ отъ 95 до 98 %. Такимъ образомъ, въ доброкачественномъ коксѣ можно считать:

Коксъ %.	отъ — до	Среднее, около.
Влаги . .	1,0— 3,0	2,0
Золы . .	4,0—11,0	7,5
Сѣры . .	0,5— 1,9	1,2
Углерода .	85,0—89,0	87,0
Водорода .	0,2— 0,6	0,4
Азота . .	0,3— 0,5	0,4
Кислорода.	1,0— 2,0	1,5

Для этого средняго состава находимъ Q около 7160 (или Q' около 7120), для безводнаго же и беззольнаго около 7960 ед. т., а это показываетъ, что по количеству тепла коксъ едва превосходитъ сухіе длиннопламенные к. угли, а потому, какъ топливо, выгодно примѣнимъ исключительно для полученія высокихъ температуръ и тамъ, гдѣ необходимо избѣжать пламени, дыма и спекаемости, но для обычной топки менѣе выгоденъ, чѣмъ каменные угли, которые дешевле его [18] и даютъ больше тепла.

заграницы въ годъ (1895 г.): к. у. смолы и дегтя 611 тыс. пуд. на 0,45 мил. руб., нафталина сырого и т. п. сырыхъ продуктовъ этого дегтя 105 т. п. на 0,15 м. р., антрахинона 9 т. п. на 0,23 м. р., красокъ изъ каменноугольнаго дегтя 62 т. п. на 4,90 м. р., всего почти на 6 милл. рубл. въ годъ. Это даетъ возможность завести и передѣлку к. у. дегтя съ увѣренностью во внутреннемъ сбытѣ, т. к. всѣ эти товары пользуются таможеннымъ покровительствомъ.

Въ общемъ своемъ движеніи коксованіе представляетъ примѣръ постепеннаго перехода отъ несовершеннаго и вполнѣ прерывнаго выжиганія въ кучахъ къ болѣе совершенному и непрерывному производству съ потребленіемъ побочныхъ продуктовъ (§ 3). Но я считаю необходимымъ указать на то, что громадная добыча кокса опирается нынѣ на примѣненіе его для выплавки чугуна, а такъ какъ эта послѣдняя стремится основаться на пользованіи горючими газами (а не коксомъ), то впереди можно предвидѣть время, когда производство кокса значительно упадетъ. Пусть 100 пудовъ угля даютъ даже 80 п. кокса, все же потеря тепла съ его полученіемъ велика, т. к. 100 пудамъ коксоваго угля отвѣчаетъ Q около 800000, а 80 пудамъ кокса только около 600000, т. е. около 25% тепла при коксованіи уголь теряетъ. Добыча дегтя и амміачныхъ соединеній назначается покрыть эту убыль. А потому коксованіе безъ этой добычи нынѣ должно уже считать неразсчетливою утратою или «хищническимъ» способомъ, отъ котораго теряетъ не только предприниматель, но и страна.

[15] Какъ на совершенно исключительный примѣръ анализа кокса, давшаго чрезъ-чуръ мало золы, можно указать на данное проф. В. Ф. Алексѣева, нашедшаго въ коксѣ французскаго общ. въ Донецкой области всего 1,4% золы, при 91,9% углерода, 0,6% сѣры и 2,1% (?) азота. Другіе анализы этого кокса даютъ болѣе обычный составъ.

[16] Когда коксъ вынимается изъ печей, его обыкновенно заливаютъ водою, но только до тѣхъ поръ, пока онъ погаснетъ и эта вода вся испаряется; при этомъ обыкн. слышенъ сильный сѣроводородный запахъ. Онъ происходитъ отъ дѣйствія воды на сѣрнистый кальцій, образующійся изъ гипса чрезъ возстановленіе при накаливаніи съ углемъ.

[17] Колчеданъ FeS^2, бывшій въ углѣ при коксованіи, теряетъ часть своей сѣры, образуя менѣе сѣрнистое желѣзо, по составу среднее между FeS и Fe^2S^3, но такъ какъ вѣсъ кокса менѣе вѣса к. угля, то убыль сѣры въ процентахъ не велика, а потому нерѣдко въ коксѣ находятъ почти столько же «горючей» сѣры, какъ въ углѣ, изъ котораго онъ получается. При выжиганіи въ кучахъ, сѣра тоже почти не выгораетъ, п. ч. трудно окисляется при высокой температурѣ въ присутствіи такихъ возстановляющихъ веществъ, каковы выдѣляемыя накаливаемымъ углемъ. Хотя Муккъ и др. занимались вопросомъ о содержаніи сѣры въ коксѣ, но все же этотъ предметъ понынѣ нельзя считать достаточно выясненнымъ, а онъ имѣетъ большое значеніе для металлургическаго примѣненія кокса.

[18] Стоимость кокса на мѣстахъ добычи к.

Кромѣ возможно малаго содержанія золы (менѣе 12%) и сѣры (менѣе 2%), въ коксѣ очень важна и цѣнна плотность его сложенія, то-есть возможно малая ноздреватость. Газовые угли и всякіе угли при быстромъ накаливаніи даютъ очень пористый коксъ. Наиболѣе плотный, какъ бы сплошной, коксъ получается изъ настоящихъ коксовыхъ углей и особенно изъ ихъ смѣси съ полужирными углями и полуантрацитами, притомъ тогда, когда прокаливаніе возможно равномѣрно, то-есть ведется въ ретортахъ, имѣющихъ малую ширину [19]. Плотность же кокса имѣетъ большое металлургическое значеніе потому, во первыхъ, что въ доменныхъ печахъ и вагранкахъ горящій коксъ подвергается большому давленію сверху лежащей массы кокса и руды или чугуна, и это давленіе куски кокса должны хорошо выдерживать, не крошась, чтобы чрезъ то не засорился свободный проходъ для продуваемаго снизу воздуха и сводъ горящаго топлива не обваливался, а во вторыхъ, чѣмъ плотнѣе коксъ, тѣмъ меньше у его кусковъ поверхность горѣнія и тѣмъ выше развиваемая при семъ температура, потому что тѣмъ меньше образуется при прочихъ равныхъ условіяхъ окиси углерода. Белль и др. прямыми опытами показали, что плотный коксъ превращаетъ (при той же темпер. и длинѣ слоя) въ 15 разъ меньшее кол. углекислоты въ окись углерода, чѣмъ древесный уголь, а пористый въ 2 раза. Таково же отношеніе ихъ и по быстротѣ сгоранія въ углекислоту, хотя отношенія немного иныя, а именно коксъ примѣрно горитъ въ 2 раза медленнѣе, чѣмъ древ. уголь, и чѣмъ плотнѣе, тѣмъ медленнѣе. Трудность горѣнія кокса опредѣляетъ и трудность его разжиганія, для котораго нужна температура выше 500°. Новыя печи съ узкими ретортами, особенно при медленномъ выжиганіи, даютъ именно наиболѣе плотный коксъ [20]. Имѣя самъ по себѣ плотность около 1,6 (отъ 1,4 до 1,9, смотря по минер. подмѣсямъ), коксъ, смотря по пористости, колич. и кач. золы и величинѣ кусковъ, въ кубическомъ метрѣ вмѣщается въ весьма различной пропорціи—отъ 400 до 1000 килогр. (въ куб. сажени отъ 240 до 600 пуд.).

Обыкновенный видъ кусковъ кокса, представляющихъ до нѣк. степени призматическую форму (какъ столбы базальта), опредѣляется тѣмъ, что, образуя въ ретортахъ сплошную массу, коксъ при охлажденіи (поливаніи водою) распадается на подобныя отдѣльности. Сѣрый, какъ бы стальной цвѣтъ кокса нерѣдко сверху имѣетъ черныя пятна, происходящія на тѣхъ мѣстахъ, куда попала охлаждающая его вода, но вообще внѣшній цвѣтъ кокса не говоритъ объ его качествахъ [21].

углей во всякомъ случаѣ много выше стоимости самого угля, не только потому, что коксъ составляетъ только 60—80% угля, но и потому, что коксованіе требуетъ много работы для предварительной механической очистки угля и его накаливанія. Считаютъ, что на тонну кокса расходовъ этого рода падаетъ не менѣе, какъ отъ 50 к. до 1 р. 10 к. Принявъ среднее 80 к., получимъ на пудъ около 1½ коп. Слѣдовательно, если 100 пуд. угля стоютъ 6 р. и даютъ 70 пуд. кокса, расходовъ его полученія будетъ около 1 р. 5 к. и цѣна пуда кокса будетъ выше 10 к. на мѣстѣ добычи угля. Вообще, на мѣстахъ добычи коксъ стоитъ обыкн. почти вдвое дороже угля.

[19] Въ Bessèges сдѣланы были поучительные опыты надъ величиною давленія, выдерживаемаго (до распаденія) коксомъ, опредѣляя его въ килограммахъ на кв. сантиметръ. Оказалось, что коксъ, полученный выжиганіемъ въ печахъ прежняго устройства, выдерживалъ давленіе 44 килогр., въ печахъ Коппе при ширинѣ въ 0,5 метра 80 килогр., а въ печахъ Carvès (съ полученіемъ побочн. продуктовъ) 67 кил., когда реторты имѣли ширину 0,7 м., а при ширинѣ въ 0,5 метра выдерживалъ 92 кил. давленія на кв. сантиметръ.

[20] На Нижегородской выставкѣ 1896 года г. Алчевскій выставилъ свой донецкій коксъ въ такихъ большихъ, почти сплошныхъ и плотныхъ массахъ, что мнѣ нигдѣ не удавалось видѣть на выставкахъ столь прекраснаго по виду кокса.

[21] Въ заключеніе сообщимъ свѣдѣнія о количествѣ ввозимаго въ Россію иностраннаго кокса за послѣднія 5 лѣтъ. Сопоставляя эти числа съ производствомъ въ Россіи чугуна, можно уже видѣть, что сперва для этого выписывалось много иностраннаго кокса, нынѣ же идетъ въ большинствѣ случаевъ уже свой русскій, производимый исключительно въ Донецкой области, поставляющей коксъ для гл. части чугуннаго производства Южной Россіи.

Милл. пуд. въ годъ.	Ввезено кокса.	Произведено чугуна.
1890	12	57
1892	14	65
1893	18	70
1894	18	—
1895	19	—

§ 16. Сверхъ выше разсмотрѣнныхъ видовъ топлива (§ 11—15), давно вошедшихъ въ широкое практическое примѣненіе, въ промышленности новаго времени сталъ играть важную роль рядъ особыхъ видовъ горючихъ матеріаловъ, которымъ и посвящаются § 16—19. На первомъ мѣстѣ здѣсь должно поставить искусственные или передѣланные для топки виды топлива, получаемые изъ естественныхъ его видовъ, особенно изъ каменныхъ углей и ихъ мелочи. Ихъ часто стали примѣнять или въ брикетахъ, или въ видѣ пыли. Первый родъ примѣненія составляетъ естественный переходъ отъ обычныхъ родовъ топлива къ новымъ, а потому съ него и начнемъ.

Нѣкоторые к. угли, особенно изъ числа бурыхъ и жирныхъ, даютъ много мелочи не только при выломкѣ, но и при подъемѣ изъ шахтъ и ссыпкѣ въ кучи или при нагрузкѣ. Эта мелочь обѣгается при покупкѣ для топки на колосникахъ, потому что или ихъ засоряетъ (препятствуя тягѣ воздуха), или чрезъ нихъ проваливается въ зольникъ, а потому въ крупную торговлю съ шахтъ идетъ уголь кусками, а мелочь остается иногда въ большихъ массахъ. Ею по возможности топятъ паровики на самыхъ шахтахъ, но ея избытки, особенно изобильные при выработкѣ хрупкихъ жирныхъ углей, заставили придумать (въ Англіи) спеціальныя топки для сжиганія мелочи, что достигается тѣмъ, что ее (пропущенную чрезъ грохотъ) всыпаютъ въ особыя воронки (длинныя, передъ топкою) и оттуда забираютъ особо устроеннымъ приспособленіемъ открывающимъ по временамъ низъ воронки и заставляющимъ часть мелочи падать въ топку. Хотя при этомъ расходуется движущая

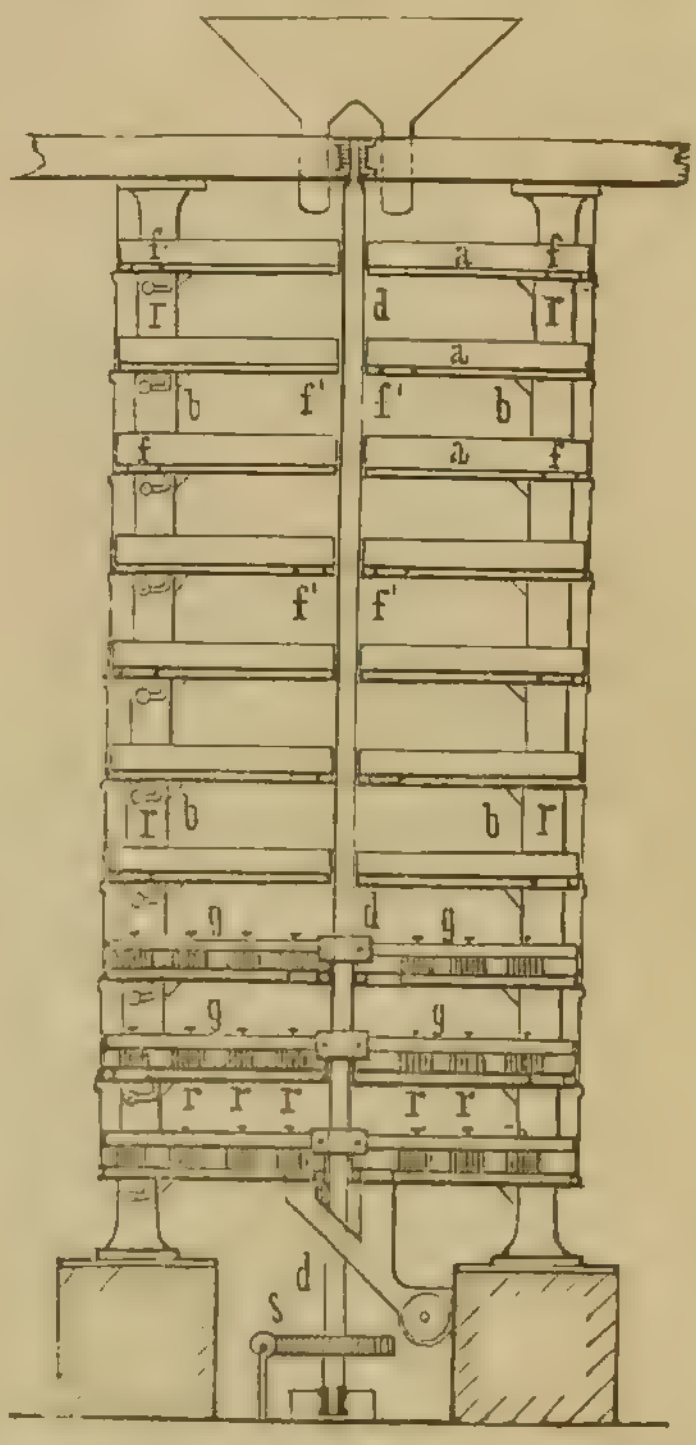


Рис. 41. Вмѣсто того, чтобы, смѣшивая бурые угли и т. п. съ водою, глиною и т. п., получить пластическую массу, превращаемую въ кирпичи, которыя надо сушить (и все же они легко крошатся), пыль раздробленный бур. уголь нагрѣвая сушатъ и еще горячій сильно прессуютъ. Для сушенія употребляютъ или наклонные вращающіеся цилиндры, или тарелочныя колонны. Рис. изображаетъ такую колонну для сушки. aa пустотѣлыя тарелки, нагрѣваемыя паромъ. На нихъ слой угля, постоянно перемѣшиваемаго отъ вращенія вала d, на которомъ (рис. 42) закрѣплены лопатки r, постепенно подвигающія высушиваемый порошокъ къ отверстіямъ f и f, чрезъ котор. уголь падаетъ на слѣд. тарелку. Сушеніе доводятъ до содержанія около 5% влаги и нагрѣвъ до размягченія естественныхъ (какъ въ смолистомъ торфѣ, бурыхъ углях и жирныхъ) или нарочно прибавляемыхъ смолистыхъ (цементирующихъ) началъ.

Отсюда видно, что производство кокса въ Россіи возрастаетъ, нагоняетъ потребность, но все же явно требуетъ еще дальнѣйшаго развитія, такъ что коксовое производство есть одно изъ массы важныхъ дѣлъ, предстоящихъ нашей промышленности. Это и достигается прежде всего таможеннымъ покровительствомъ.

Въ настоящее время ввозъ иностраннаго кокса оплачивается по 1,5 коп. зол. съ пуда при ввозѣ чрезъ западную сухопутную границу и въ порты Балтійскаго моря и 4,5 к. з. съ пуда при ввозѣ въ Черноморскіе порты. Покровительствуется и внутреннее производство сырого каменноугольнаго дегтя (по 6 к. з. съ пуда брутто), всѣхъ его продуктовъ и амміачныхъ солей (по 55 к. з. съ пуда сѣрно-амміачной соли).

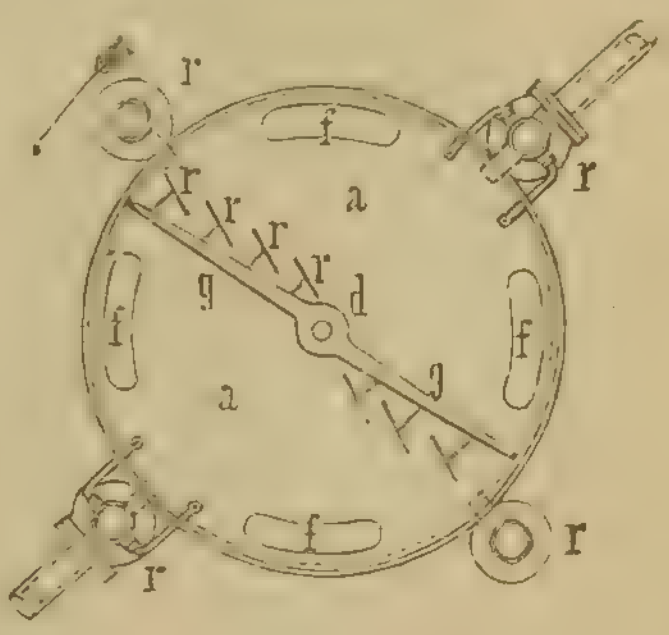


Рис. 42. Планъ или горизонтальный разрѣзъ тарелочнаго сушильнаго прибора, рис. 41, назначеннаго для бурыхъ углей, торфа и каменнаго угля. Изъ этого прибора горячій порошокъ прямо идетъ въ прессъ.

сила, но экономируется работа истопниковъ и получается равномѣрное горѣніе, такъ какъ механизмъ позволяетъ регулировать количество топлива, вводимаго чрезъ опредѣленные промежутки времени. Видѣвъ на дѣлѣ въ Англіи такія топки, нынѣ распространенныя уже тысячами, я считаю ихъ очень важнымъ улучшеніемъ дѣла. Наиболѣе важно однако примѣненіе пылевиднаго топлива, о которомъ говорится далѣе и которое можетъ поглотить всю мелочь. Сверхъ того и понынѣ имѣетъ большое значеніе превращеніе к. угольной мелочи въ брикеты или кирпичи правильной формы (призматической шестигранной или четырехугольной, какъ у обык. кирпича, чтобы укладка могла быть правильною), производимое на особыхъ заводахъ при помощи сдавливанія или одной *нагрѣтой* к. угольной мелочи — если уголь относится къ числу сильно жирныхъ (но мелочь такихъ углей идетъ не въ брикеты, а на коксъ), или, что обыкновенно и бываетъ, смѣси мелочи съ твердою или мягкою каменноугольною смолою (т. е. съ отвареннымъ или лишеннымъ летучихъ составныхъ началъ каменноугольнымъ дегтемъ), способною (какъ въ искусств. асфальтѣ) плотно связывать (цементировать) или склеивать кусочки угля. Брикеты легко горятъ, въ жару не распадаются и служатъ отличнымъ топливомъ, п. ч. для к. угольной смолы Q = около 8800 ед. т. Связывающею подмѣсью для полученія брикетовъ можетъ служить «твердая нефть» или нефтян. остатки, въ которыхъ растворено нѣк. количество мыла, какъ показали опыты Вельни во Франціи. В. Ѳ. Алексѣевъ тоже продѣлалъ съ порошкомъ торфа (торфъ смолистый даетъ однако, какъ извѣстно, брикеты очень прочные и безъ подмѣси смолъ, послѣ сушки и сдавливанія въ нагрѣтомъ состояніи). Брикетовъ изготовляется много въ Бельгіи и южной Франціи, начало производства есть и въ Россіи, гдѣ вмѣсто к. угольной смолы можно брать нефтяные остатки какъ твердые (напр. изъ новороссійской нефти), такъ и жидкіе (съ мыломъ). Скрѣпленіе мелочи при производствѣ брикетовъ другими способами (глиною, крахмалистыми вещ., магнезіальнымъ цементомъ и т. п.) нельзя считать практически удачнымъ, хотя для бурыхъ углей и понынѣ иногда ручною или машинною работою (какъ кирпичи) готовятъ брикеты съ подмѣсью глины, что однако всюду замѣняется брикетированіемъ съ помощію сильнаго (до 1000 атм.) сдавливанія нагрѣтой (и высушенной) массы измельченнаго

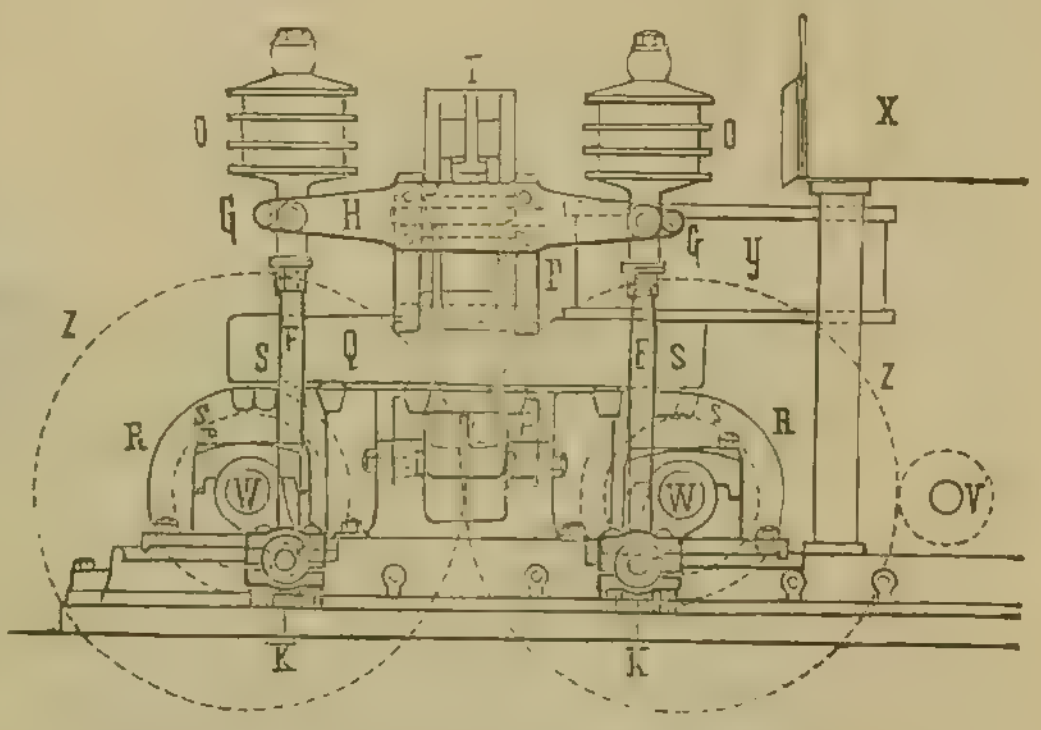


Рис. 43. Прессъ Couffinhall для формованія брикетъ изъ подогрѣтой каменноугольной мелочи. Видъ сбоку. Буквы тѣ же, какъ и на планѣ рис. 44.

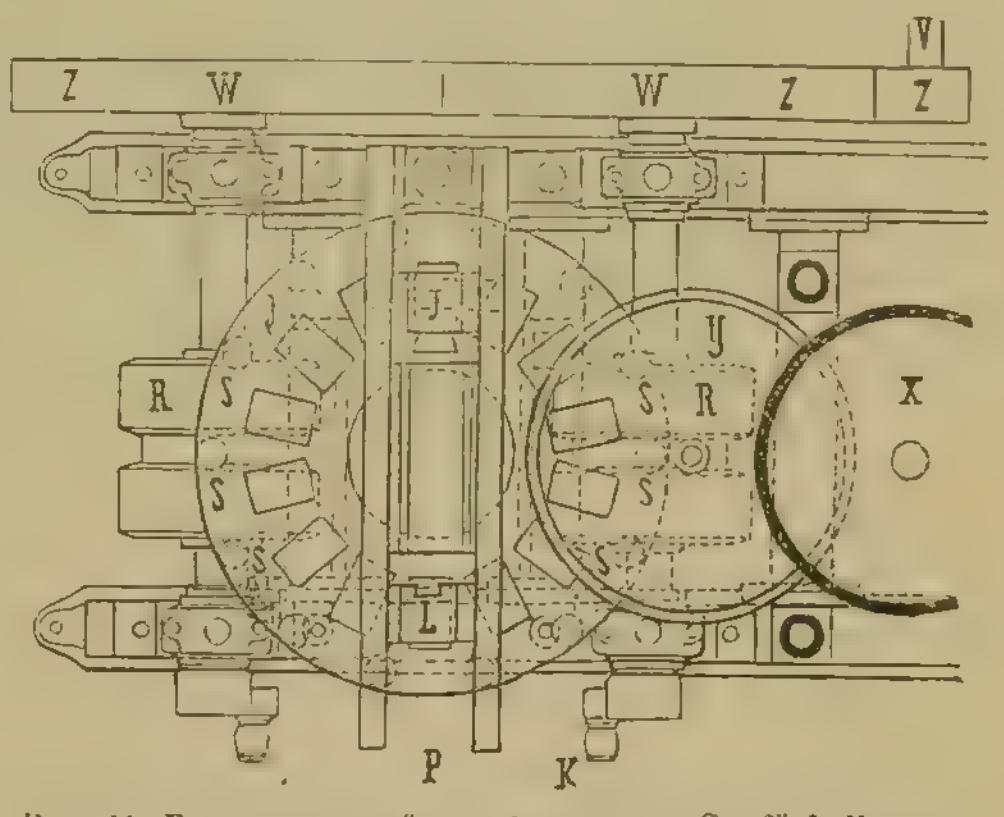


Рис. 44. Горизонтальный разрѣзъ пресса Couffinhall для брикетъ. Давленіе около 1000 атмосферъ.

бураго угля [1], для объясненія чего приведены прилагаемые рис. 41—45.

---

[1] Брикетами достигаютъ и бездымнаго горѣнія, при помощи прибавки въ массу селитры. Если взятъ древ. уголь, то при этомъ получаются брикеты, которыми можно топить комнаты, не отводя дыма, и въ воздухѣ не получается запаха, хотя въ воздухѣ (какъ отъ лампъ) увеличивается колич. CO^2. Производство брикетъ ведется не только изъ естественно образующейся каменноугольной мелочи, но и изъ искусственно приготовляемой дробилками и отсѣиваніемъ, какъ указано въ § 15 [1]. Его производятъ при к. угляхъ очень хрупкихъ, крошащихся при перевозкѣ или разсыпаю-

Твердые виды топлива, а въ томъ числѣ и брикеты [1 bis] при горѣніи представляютъ двѣ существенныхъ особенности: во первыхъ, по невозможности полнаго смѣшенія съ воздухомъ, они для полнаго сожиганія требуютъ его избытка, что понижаетъ жаръ и полезное дѣйствіе, и во вторыхъ, образуя при горѣніи пары и газы, они очевидно расходуютъ часть содержащагося въ нихъ запаса тепла (энергіи) на образованіе газообразныхъ продуктовъ горѣнія. Сверхъ того, при употребленіи этихъ видовъ топлива необходимъ большой и внимательный надзоръ за болѣе или менѣе

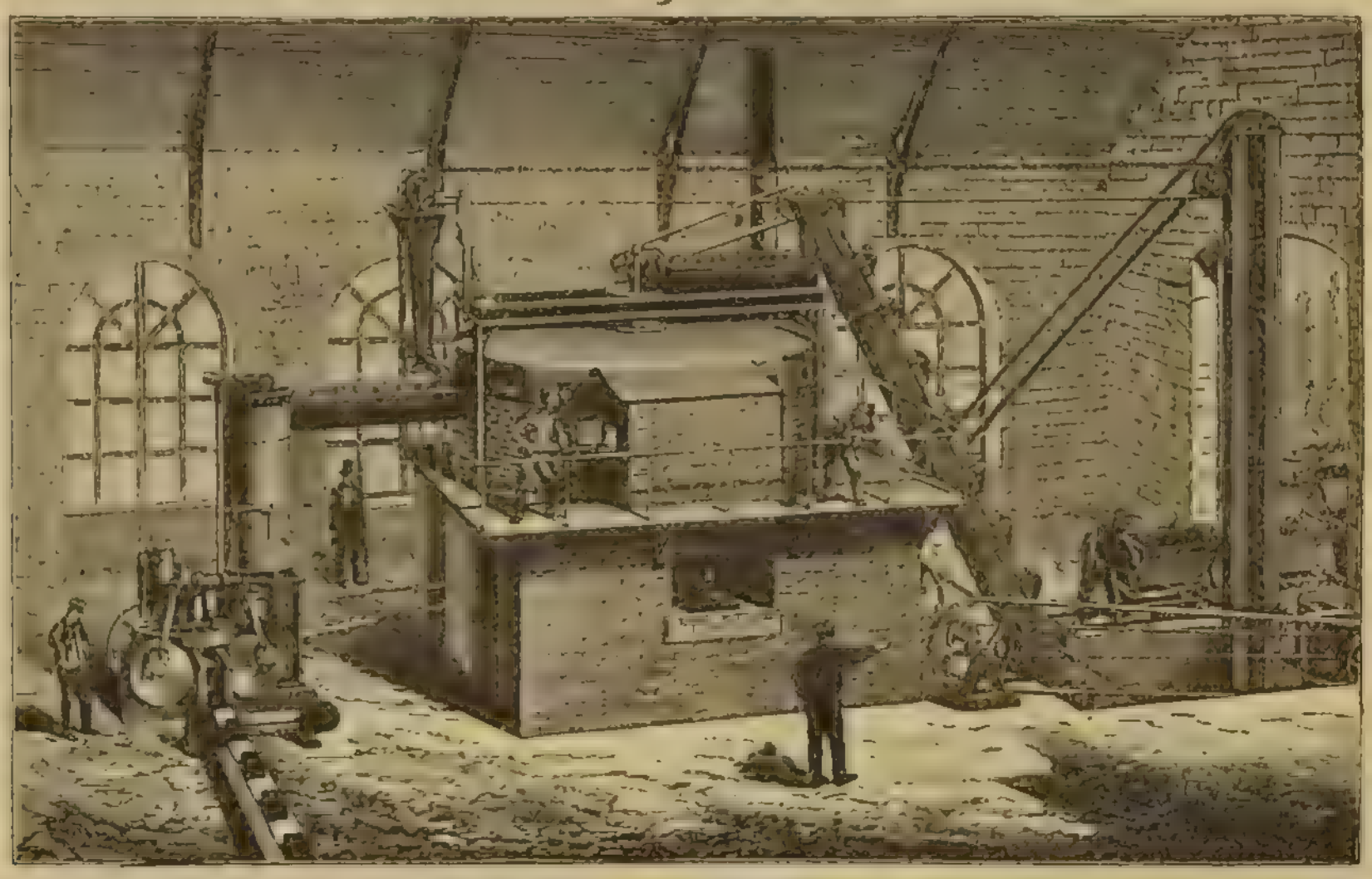


Рис. 45. Общее расположеніе завода для производства брикетъ. Справа элеваторъ поднимаетъ порошокъ въ печь. Печь дѣйствуетъ огнемъ или паромъ. Слѣва прессъ для формованія брикетъ.

щихся при храненіи и затѣмъ легко окисляющихся. Таковы напр. многіе угли Подмосковнаго бассейна, но ихъ, сколько извѣстно мнѣ, въ большомъ видѣ не обращаютъ въ брикеты, которые вырабатываются у насъ особенно изъ тквибульскаго к. угля (§ 13 [13]). Здѣсь дѣйствуетъ обогатительная фабрика (§ 15 [1]) и рядомъ брикетная. Для брикетъ берутъ мелочь не крупнѣе 2 мм. Ее получаютъ на дезинтеграторѣ. Измельченный уголь норіею поднимается къ винту, приводящему мелочь въ сушильную печь, подъ которой вращается, и мелочь перемѣшивается 6-ю радіальными брусками съ лопатками. Пламя топки проходитъ надъ подомъ и подъ нимъ. Нагрѣваніе не только удаляетъ влагу (сырой уголь вообще даетъ непрочные брикеты), но и содѣйствуетъ размягченію цементирующей смолы, что содѣйствуетъ плотности производимыхъ брикетъ. Изъ печи сушеная мелочь входитъ (все непрерывно) въ

прерывною подачею топлива въ топку, что сопряжено не только съ расходомъ работы и труда, но и съ неизбѣжною неравномѣрностію (отсутствіемъ непрерывности). По этимъ причинамъ идеальнымъ топливомъ должно считать только газообразные его виды. Но есть двѣ промежуточныхъ формы, имѣющія огромное практическое значеніе, а именно: пылевидное и жидкое топливо; послѣднее также обыкновенно или чаще всего примѣняется въ техникѣ въ видѣ мелкихъ брызгъ или капель. Такія брызги или пыль горючихъ веществъ представляютъ огромную поверхность соприкосновенія съ воздухомъ, и это позволяетъ сожигать ихъ почти безъ избытка воздуха, а потому принципіально отвѣ-

цилиндръ съ двойными стѣнками, нагрѣваемый паромъ, и здѣсь смѣшивается со смолой (5—7%). а оттуда идетъ въ прессъ, гдѣ съ двухъ сторонъ (сверху и снизу) давленіе достигаетъ 300 кил. на кв. сантим. Брикеты имѣютъ вѣсъ въ 5 и 3 килогр.

[1 bis] Однако брикеты представляютъ нѣкоторое преимущество предъ обыкновенными неправильными кусками другихъ видовъ топлива по той причинѣ, что брикеты могутъ быть до нѣк. степени достаточно правильно уложены на колосникахъ, чтобы воздухъ не врывался въ топку чрезъ незанятое топливомъ пространство, а чрезъ это можетъ быть избѣгнутъ большой избытокъ воздуха, понижающій полезное дѣйствіе топлива.

чаетъ экономіи топлива. Но описывая подобные роды топлива, намъ уже нельзя ограничиваться одною ихъ характеристикою со стороны состава и свойствъ, а необходимо коснуться отчасти и своеобразныхъ топокъ, въ какихъ они примѣняются, что для обычнаго тверд. и газ. топлива входитъ въ предметъ слѣдующей главы, такъ какъ при всемъ ихъ разнообразіи топочныя устройства для всѣхъ въ принципѣ однообразны, здѣсь же, т. е. для пылевиднаго и жидкаго топлива, примѣняются своеобразные пріемы, сообразные съ видомъ топлива.

Давно стало извѣстнымъ, что пыль изъ горючихъ веществъ, напр. муки или плауноваго сѣмени (ликоподія) при смѣшеніи съ воздухомъ способна взрываться и горѣть, совершенно какъ горючіе газы. Если я не ошибаюсь, первыя топки, основанныя на свойствѣ легкихъ частицъ уноситься струею воздуха и въ немъ горѣть, какъ газъ, устроились въ Россіи тамъ, гдѣ остается много гречишной (и отъ подсолнечныхъ сѣмянъ) *лузги* или шелухи, остающейся при полученіи гречневой крупы (и подсолнечнаго масла). Ближайшій же поводъ для попытокъ выработки принциповъ примѣненія пылевиднаго топлива дало повсемѣстное накопленіе въ складахъ и мѣстахъ добычи массъ каменноугольной пылевидной мелочи. Древесныя опилки, иглы хвойныхъ деревъ и т. п. [2] представляютъ подобное же скопленіе естественно раздробленнаго горючаго вещества. Если его бросить въ обычную топку, напр. подъ паровой котелъ, то происходитъ сразу обильное выдѣленіе газовъ, пламя выбрасывается изъ топочныхъ дверецъ, и могутъ происходить опасные взрывы и пожары. Поэтому, такое топливо во многихъ мѣстностяхъ вовсе не употребляется или примѣняется лишь въ малыхъ порціяхъ, въ смѣси съ другимъ топливомъ. Но очевидно, что имъ можно управлять и экономически пользоваться, если регулировать притокъ какъ мелочи, такъ и воздуха. Это достигается на основаніи того, что легкія пылевидныя вещества уносятся быстрымъ токомъ воздуха, какъ всякій знаетъ изъ опытовъ жизни [2 bis],

[2] Мелочи скопляется особенно много около тѣхъ мѣстъ, гдѣ добываютъ и примѣняютъ торфъ (§ 12), и я полагаю, что во множествѣ случаевъ наивыгоднѣйшимъ способомъ пользованія торфомъ можетъ сдѣлаться примѣненіе его въ видѣ высушенной пыли, тѣмъ болѣе, что въ старыхъ залежахъ торфъ уже естественно превращенъ въ однородное вещество, изъ мельчайшихъ частицъ состоящее. Прогрессъ пылевидныхъ топокъ можетъ сдѣлать полный переворотъ въ торфяномъ дѣлѣ. Нужны конечно еще многіе опыты, но уже впередъ можно сказать, что нагрузка пылевиднаго торфа, его храненіе и примѣненіе представятъ вмѣстѣ съ экономіею добычи, обработки и количества полезнаго тепла такія выгоды, что трудность сушки и перемола (девинтеграторами) будутъ преодолѣны, если въ липкости частицъ не представится непреодолимаго препятствія. Добавлю еще, что солома, тростникъ, мохъ, листья, хвоя, древ. опилки и т. п. иногда очень изобильные и дешевые растительные отбросы могутъ выгоднѣе всего и съ достиженіемъ высокихъ температуръ сожигаться по принципамъ пылевидныхъ топокъ, для чего ихъ придется только подвергнуть недорого стоющему измельченію до такихъ размѣровъ, чтобы тяга воздуха ихъ уносила въ надлежащемъ количествѣ въ топку. Тутъ быть можетъ найдется выходъ и для промышленности нашихъ степныхъ странъ, лишенныхъ топлива, такъ какъ на нихъ можно разводить соотвѣтственныя быстро растущія травы, которыя, какъ показываетъ опытъ и разсчетъ, вообще вырабатываютъ въ годъ горючаго матеріала не меньше, а больше, чѣмъ лѣса въ видѣ древесины на той же площади земли. Вообще, я такого мнѣнія, что будущность топлива много измѣнится съ распространеніемъ и разработкою пылевиднаго способа отопленія, а потому особо надъ нимъ и останавливаюсь. Если въ Россіи промышленность получила много выгоды отъ примѣненія въ годъ до 150 милл. пуд. нефтяныхъ остатковъ, то кольми паче она выгадаетъ, если найдетъ повсюду массу своего ни на что не идущаго и даромъ гніющаго (т. е. медленно сгорающаго — безъ всякой пользы, а только съ заразою воздуха) растительнаго отброса, котораго съ каждой десятины земли въ годъ легко получить не одну, а двѣ и три сотни пудовъ. Солому на мѣстахъ, гдѣ не ведется скотоводства и навознаго удобренія, цѣнятъ у насъ въ 2—3 коп. пудъ, никакъ не дороже, и за такую же цѣну можно имѣть не мало другихъ видовъ топлива, годнаго для пылевидныхъ топокъ.

[2 bis] Поучителенъ слѣд. опытъ. Берется ламповое стекло и вертикально закрѣпляется надъ столомъ на разстояніи нѣсколькихъ миллиметровъ, чтобы былъ снизу свободный входъ воздуха. Въ это пространство вводится изогнутая стеклянная трубка такъ, чтобы одинъ ея открытый конецъ былъ направленъ вверхъ и находился внутри ламповаго стекла, а чрезъ другой вдувался воздухъ прямо ртомъ или мѣхомъ. Очевидно, что скорость тока воздуха въ широкомъ стеклѣ будетъ во столько разъ меньше скорости въ трубкѣ, во сколько площадь сѣченія широкой трубки больше, чѣмъ тонкой, и что возбужденное восходящее теченіе

напр. изъ того, что пыль несется вѣтромъ, и тѣмъ болѣе крупная, чѣмъ быстрѣе токъ воздуха. Токъ воздуха, возбуждаемый тягою дымовой трубы (см. 2-ую главу), можетъ уносить только мелкія твердыя частицы, но вентиляторами или иными способами легко установить столь большую скорость движенія воздуха, что ею увлекаются и мелкіе куски топлива любой величины. При этомъ, конечно, затрачивается работа вентилятора или дымовой тяги, и расходъ силы будетъ тѣмъ больше, чѣмъ при прочихъ равныхъ условіяхъ большая достигается скорость воздуха и, слѣдовательно, чѣмъ болѣе крупныя могутъ уноситься частицы топлива. Поэтому топливо измельчается возможно мельче, а равномѣрность достигается отсѣиваніемъ. Это опять особая работа, но и она окупается, какъ показываетъ опытъ, на экономіи топлива. Итакъ, представимъ, что имѣется равномѣрно мелкое, какъ бы пылевидное топливо, уносимое токомъ воздуха соотвѣтственной скорости; въ этой смѣси можно достичь такого отношенія между воздухомъ и топливомъ, что перваго будетъ меньше, чѣмъ должно для полнаго сожиганія второго. Недостающее количество воздуха уже легко добавить чрезъ особое регулируемое впускное отверстіе, куда воздухъ втягивается силою, доставляемою или первою струею, или прямо тягою дымовой трубы. Зажигая эту смѣсь воздуха и частицъ горючаго вещества, получимъ пламя [3], по свойству котораго легко видѣть—довольно ли впущено воздуха (а при недостаткѣ увеличить его количество регуляціею добавочнаго притока), такъ какъ при недостаткѣ его пламя удлиннится и получится дымъ. Такова простая сущность дѣла и способъ пользованія пылевиднымъ топливомъ. Остается остановиться на пріемахъ устройства и на результатахъ пользованія, чтобы убѣдиться въ осуществимости этимъ путемъ важнаго успѣха въ примѣненіи топлива [4].

Примѣненіе въ большомъ видѣ пылевиднаго каменнаго угля, уносимаго струею воздуха, къ топкѣ заводскихъ печей ведетъ свое начало изъ Англіи и С. А. С. Штатовъ, гдѣ Whelpley and Storer въ 60-хъ,—Crampton въ 70-хъ и Mac-Auley въ 80-хъ годахъ уже начали строить такія топки какъ для металлургическихъ печей, такъ и для паровиковъ, но вначалѣ мало обращали вниманія на однородную крупность зеренъ, а потому наиболѣе крупные не догорали и, уносясь въ дымоходы, засоряли ихъ, препятствуя правильности горѣнія. Разработка предмета съ большею настойчивостію начата въ 90-хъ годахъ въ Германіи, при чемъ обращено должное вниманіе на мелкость и однородность размола, при которомъ употребляются рѣшета съ тканью, содержащею 40—60 нитей (проволокъ) на 1 дюймъ, и перемолъ на шаровыхъ дробилкахъ

воздуха въ ламповомъ стеклѣ заставитъ и весь его воздухъ восходить, а потому снизу будетъ онъ притекать (какъ въ инжекторѣ), но съ незначительною скоростію. Ея однако достаточно, чтобы поднимать и уносить вверхъ легкіе предметы, напр. кусочки бумаги, пыль торфа, муку и т. п. Зависимость между скоростію тока воздуха и вѣсомъ частицъ, имъ поднимаемыхъ, опредѣляется такими же законами сопротивленія среды, по какимъ струя воды уноситъ песокъ и др. твердыя тѣла, а сильный потокъ можетъ уносить и крупные камни. При скорости воздуха, легко достигаемой мѣхомъ, въ вышеуказанномъ опытѣ могутъ уноситься напр. легкія зерна мака, горчицы, ржи и т. п. Для желающихъ ознакомиться съ законами сопротивленія воздушной среды укажу на 1-й выпускъ своего сочиненія: «О сопротивленіи среды и воздухоплаваніи, 1879».

[3] Пыль каменныхъ углей, какъ горючіе газы и какъ нефтяное топливо, требуетъ для правильнаго сожиганія, чтобы около того мѣста очага, гдѣ начинается горѣніе, находились накаленныя стѣнки кирпичной кладки, потому что иначе пламя можетъ потухать, задуваемое постояннымъ притокомъ свѣжаго воздуха. И конечно было бы лучше здѣсь, какъ и при газовой топкѣ, притекающій воздухъ предварительно подогрѣвать, но въ очагахъ для пылевидныхъ топокъ это если и возможно, то во всякомъ случаѣ очень сложно и можетъ представлять выгоды только при непрерывно или долго дѣйствующихъ топкахъ.

[4] При посѣщеніи Берлинской выставки 1896 г. я подробно ознакомился съ 2 пылевидными топками и обѣ онѣ изображены на прилагаемыхъ рисункахъ, а затѣмъ я получилъ сообщеніе, сдѣланное г. Деппомъ (1896) въ И. Техническомъ Обществѣ о томъ же предметѣ и считаю возможнымъ сослаться на эту статью, равно какъ и на сочиненіе того же автора: «Г. Ф. Деппъ — Бездымное сожиганіе топлива, 1895», изданное Департаментомъ Торговли и Мануфактуръ для ознакомленія съ подробностями, касающимися примѣненія пылевиднаго топлива для топокъ.

съ просѣиваніемъ обходится въ 1—$1^1/_2$ к. на пудъ угля. Слѣдовательно, если экономія топлива превзойдетъ эту стоимость—станетъ выгоднымъ пользоваться предварительнымъ измельченіемъ [5]. И если среднюю цѣну угля принять въ 10 к. за пудъ, то при цѣнѣ размола въ 1 к. надо, чтобъ молотое топливо давало бо́льшую экономію, чѣмъ въ $10^0/_0$. Но по всѣмъ лучшимъ опытамъ, донынѣ произведеннымъ, оказывается, что пылевидное топливо даетъ сбереженіе расходовъ гораздо большее, а именно въ паровикахъ по крайней мѣрѣ отъ 15 до $20^0/_0$ [6], а въ металлургическихъ печахъ еще въ 2 или 3 раза большее. А такъ какъ при этомъ, сверхъ того, дымъ (замѣчаемый только при растопкѣ) уничтожается и присмотръ за правильностію топки упрощается, то пылевидныя топки представляютъ очевидную, хотя для паровиковъ и не очень значительную, выгодность.

Устройство для топки пылью бываетъ троякое: 1) съ вентиляторомъ, вдувающимъ воздухъ, уносящій пыль, какъ на рис. 46 (приборъ de Camp), 2) безъ вентилятора, причемъ пользуются только дымовою тягою для полученія струи воздуха, подхватывающей падающую пыль, но также какъ и при вентиляторѣ требуется внѣшній двигательный механизмъ, подводящій пылевидное топливо къ отверстію, чрезъ которое оно равномѣрно падаетъ для регулярнаго питанія топки пылью, какъ на рис. 47 и 48 (патентъ Ruhl) и 3) безъ всякаго посторонняго двигателя, пользуясь лишь силою тяги трубы какъ для полученія струи воздуха, уносящей пыль, такъ и для сотрясенія рѣшетки, чрезъ которую проваливается пыль, подхватываемая воздухомъ, какъ на рис. 49—51 (приборъ Вегнера). Всѣ три рода приборовъ представлены на приложенныхъ рисункахъ,—въ единичныхъ образцахъ, хотя въ практикѣ дѣйствуютъ уже и разные другіе.

Съ вентиляторомъ и сотрясеніемъ ковша (площадки), подающаго пыль, устроена была первая система пылевидной топки Вегнера. Также почти точно устроена и топка de Camp, изображенная на нашемъ рисункѣ 46-мъ. Топка Фридберга представляетъ нѣкоторое улучшеніе системы, такъ какъ вдуваемый воздухъ содѣйствуетъ выходу пыли изъ ковша и тѣмъ легче позволяетъ регулировать взаимное отношеніе между воздухомъ и пылью. Сущность устройства топокъ этого рода такъ очевидна, что надъ нею нѣтъ надобности останавливаться [7]. По мнѣнію моему,

---

[5] Для измельченія к. угля мало примѣнимы дезинтеграторы (см. въ слѣд. главахъ), и строятъ особыя мельницы съ тяжелыми стальными вертикальными вращающимися валиками (цилиндрами), раздавливающими уголь, долженствующій проходить между ними и стальными неподвижными стѣнками. На 5 тоннъ угля въ день (около 300 пуд.) требуется около 3 паров. силъ.

[6] Причина экономіи въ колич. топлива (на данное колич. пара) опредѣляется главнымъ образомъ тѣмъ, что при сожиганіи кусковъ на колосникахъ, при всемъ вниманіи истопниковъ, рѣдко количество воздуха въ среднемъ не превосходитъ двойного противу должнаго, а это понижаетъ температуру горѣнія и слѣд. полезное дѣйствіе топлива и увеличиваетъ [§ 20] тепло, пропадающее въ дымѣ, требуя притомъ и усиленной тяги трубою, которая сама дѣйствуетъ на счетъ тепла, развиваемаго топливомъ. При пользованіи пылевидными топками, какъ показываетъ прямо опытъ, легко достичь того, чтобы избытокъ воздуха не превосходилъ $10—20^0/_0$, а чрезъ это одно, при обычныхъ температурахъ дыма, получается уже даже до $10^0/_0$ экон. топлива. А такъ какъ температура пламени возвышается, то передача тепла паровика болѣе полна, и этимъ объясняется какъ дальнѣйшее сбереженіе топлива, такъ и то, что при данной поверхности нагрѣва получается на $20—30^0/_0$ болѣе пара, или 1 кв. метръ испаряетъ болѣе воды. Тамъ, гдѣ требуется высокая температура, напр. въ металлургическихъ печахъ, пылевидное топливо, очевидно, будетъ уже много выгоднѣе топки кусками на колосникахъ, и по опыту часто достигали экономіи въ $40—50^0/_0$, п. ч. температуру получали въ 1450° вмѣсто 1150°, какую достигали при колосниковыхъ топкахъ.

[7] Примѣненіе вентилятора для вдуванія воздуха не представляетъ ни значительной траты на механическую силу, ни какихъ либо трудностей устройства (особенно при пользованіи вентиляторами, приводимыми въ движеніе динамо-машинами, какъ нынѣ часто дѣлается для избѣжанія сложной ременной передачи движенія), такъ что этотъ вѣрный и простой пріемъ можно смѣло рекомендовать, но все же его нельзя считать общимъ рѣшеніемъ задачи, потому что топка не всегда соединяется съ полученіемъ механическаго движенія, напр. на литейныхъ заводахъ, гончарныхъ и т. п. Но тамъ, гдѣ двигатель готовъ, и особенно если имѣется динамо-машина для передачи движенія вентилятору, я думаю, что примѣненіе вентилятора при пылевидномъ топливѣ даетъ наиболѣе вѣрные и выгодные результаты, особенно тогда, когда чрезъ это возможно упростить

этотъ способъ вѣрнѣе всѣхъ другихъ, легко осуществимъ въ заводахъ, имѣющихъ „механическіе двигатели, подлежитъ многимъ видоизмѣненіямъ и, что и заслуживаетъ особаго вниманія, хотя внѣ заводовъ мало примѣнимъ.

Безъ вентилятора, т. е. съ естественною тягою, но съ механическимъ по-

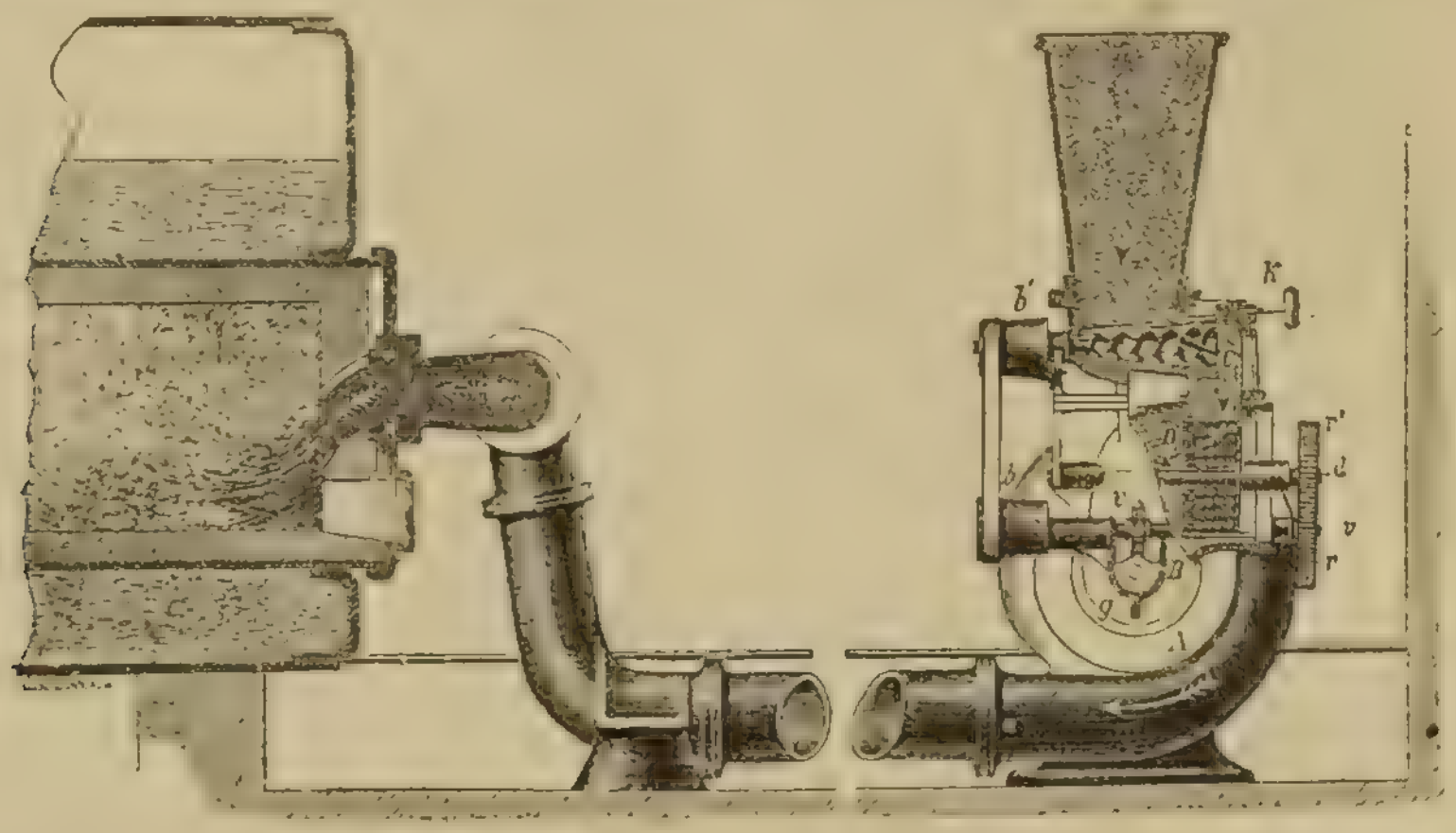


Рис. 46. Приборъ de Camp для отопленія пылевиднымъ топливомъ, которое изъ склада или мельницы механически приводится въ воронку, а изъ нея высыпается только при вращеніи коническаго винта C (скорость его вращенія регулируется коническимъ ременнымъ шкивомъ bb') при открытіи задвижки k, такъ что количествомъ топлива легко и точно управлять. Изъ винта C пыль попадаетъ во вращающееся рѣшето D, куда входитъ и воздухъ, вдуваемый съ желаемою скоростію изъ вентилятора A. Пыль, подхваченная воздушною струею, поступаетъ въ трубу aa, по которой можетъ быть распредѣлена сразу на нѣсколько топокъ и на довольно далекое разстояніе. Устройство примѣнимо ко всякимъ топкамъ и дастъ: бездымное горѣніе, возможность уменьшать высоту дымовой трубы, легкость надзора за многими топками одному истопнику и экономію топлива.

всего важнѣе, устраняетъ необходимость устройства дорого стоющихъ высокихъ дымовыхъ заводскихъ трубъ, а потому дведеніемъ пыли и ея высыпаніемъ изъ ковша, подобнаго мельничному, устроены между прочимъ топки Шварцкопфа (съ

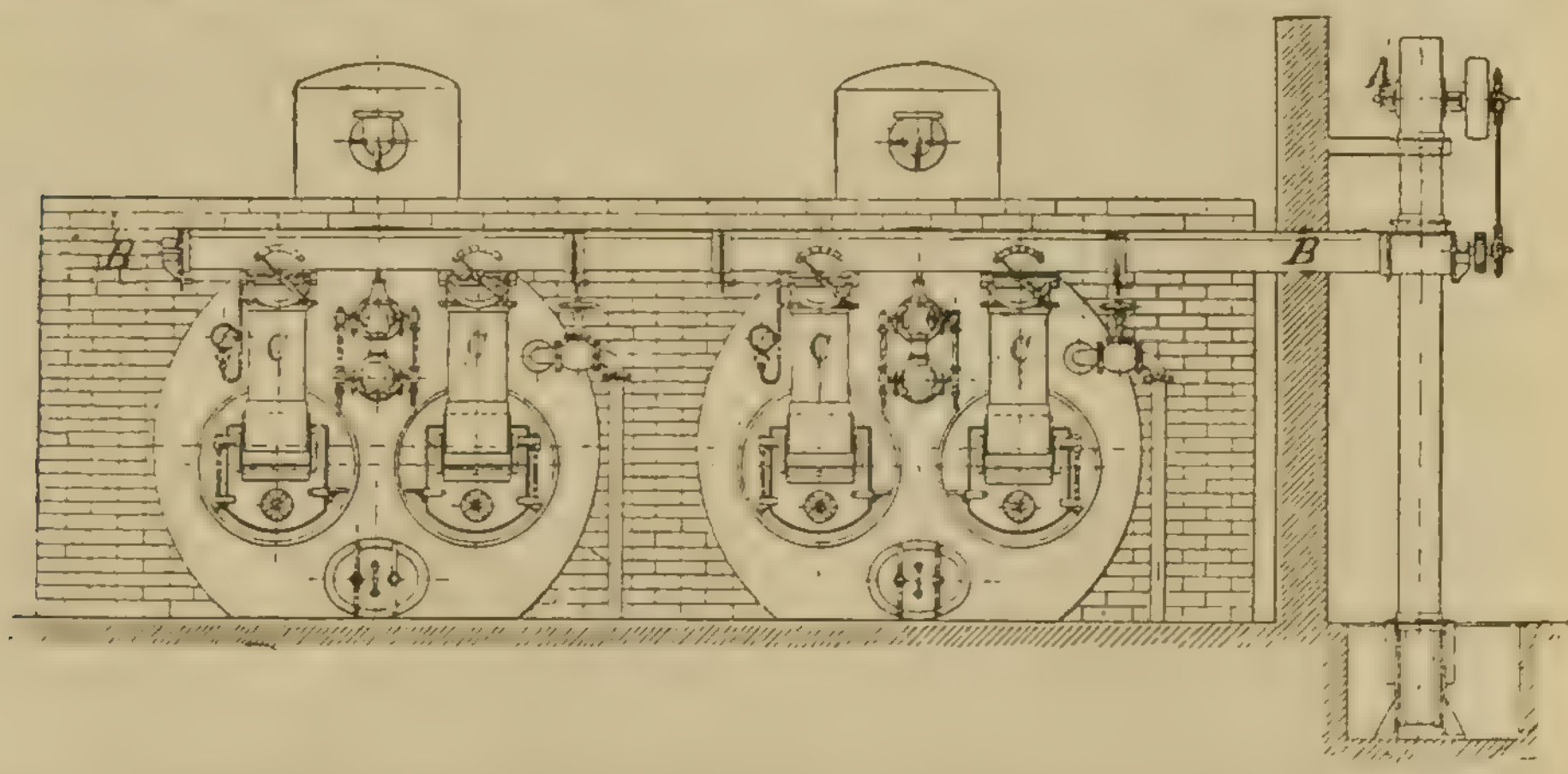


Рис. 47. Приборъ W. Ruhl для пылевиднаго топлива, которое по горизонтальному желобу BB механически (чрезъ шкивъ A) подводится къ каждой топкѣ въ изобиліи (рис. 48) и здѣсь (регулируемое задвижкою) падаетъ въ должномъ количествѣ по трубѣ въ топку, причемъ, встрѣчая струю воздуха, втягиваемаго дымовою трубою, уносится въ топку, разрѣзъ одной изъ которыхъ данъ на рис. 48.

устройство дымовой трубы и утилизировать на столько теплоту дыма, чтобы онъ выходилъ съ возможно низкою температурою (120°—150°), что и возможно при пользованіи вентиляторомъ для подачи воздуха въ топку.

вращающеюся цилиндрическою щеткою для разбрасыванія пыли) и топки Ruhl, примѣняемыя извѣстнымъ заводомъ Борзига въ Берлинѣ. Эта послѣдняя изображена на рис. 47 и 48, и подпись

подъ фигурами достаточно уясняетъ устройство. Болѣе сложно, но на опытѣ оказалось также удовлетворительно, простое пользованіе достаточно сильною

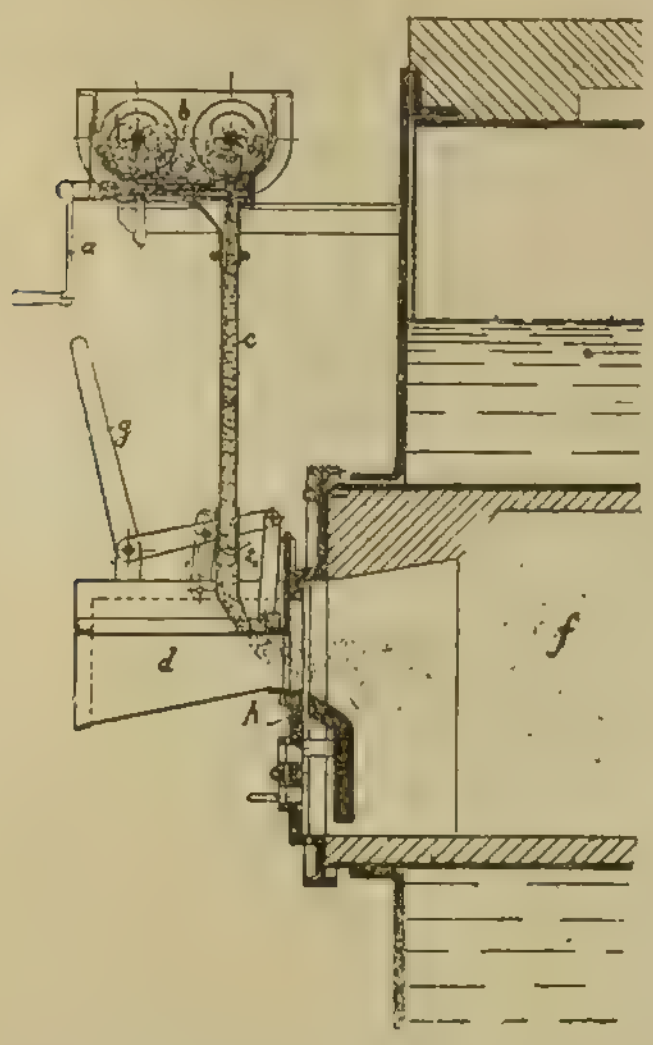


Рис. 48. Вертик. разрѣзъ топки рис. 47. b желобъ съ двумя валами, вращающимися въ противоположныя стороны и подводящими пыль топлива къ отверстію, регулируемому задвижкою a; оно падаетъ по c въ каналъ d, гдѣ подхватывается тягою воздуха, управляемою задвижкою съ рычагомъ g. При должной установкѣ a и g достигается бездымность при маломъ избыткѣ воздуха ($0/0$ CO^2 до $14^1/_2$), а потому и экономія топлива.

тягою дымовой трубы безъ всякихъ постороннихъ двигателей. Такое устрой-

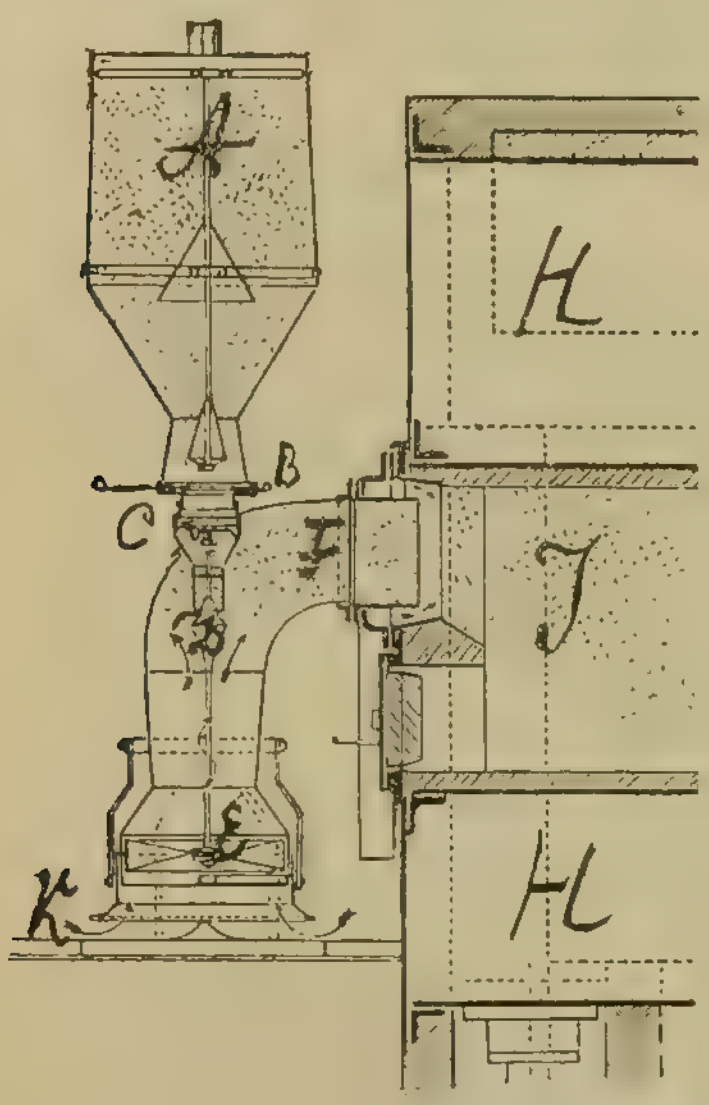


Рис. 49. Разрѣзъ прибора Вегнера для сожиганія каменноугольной пыли, пользуясь лишь тягою дымовой трубы. Объясненъ въ текстѣ и рис. 50 и 51.

ство представляетъ вторая система Вегнера [8]. Рис. 49 даетъ разрѣзъ этого прибора, рис. 50 и 51—общій перспективный видъ прибора, помѣщаемаго

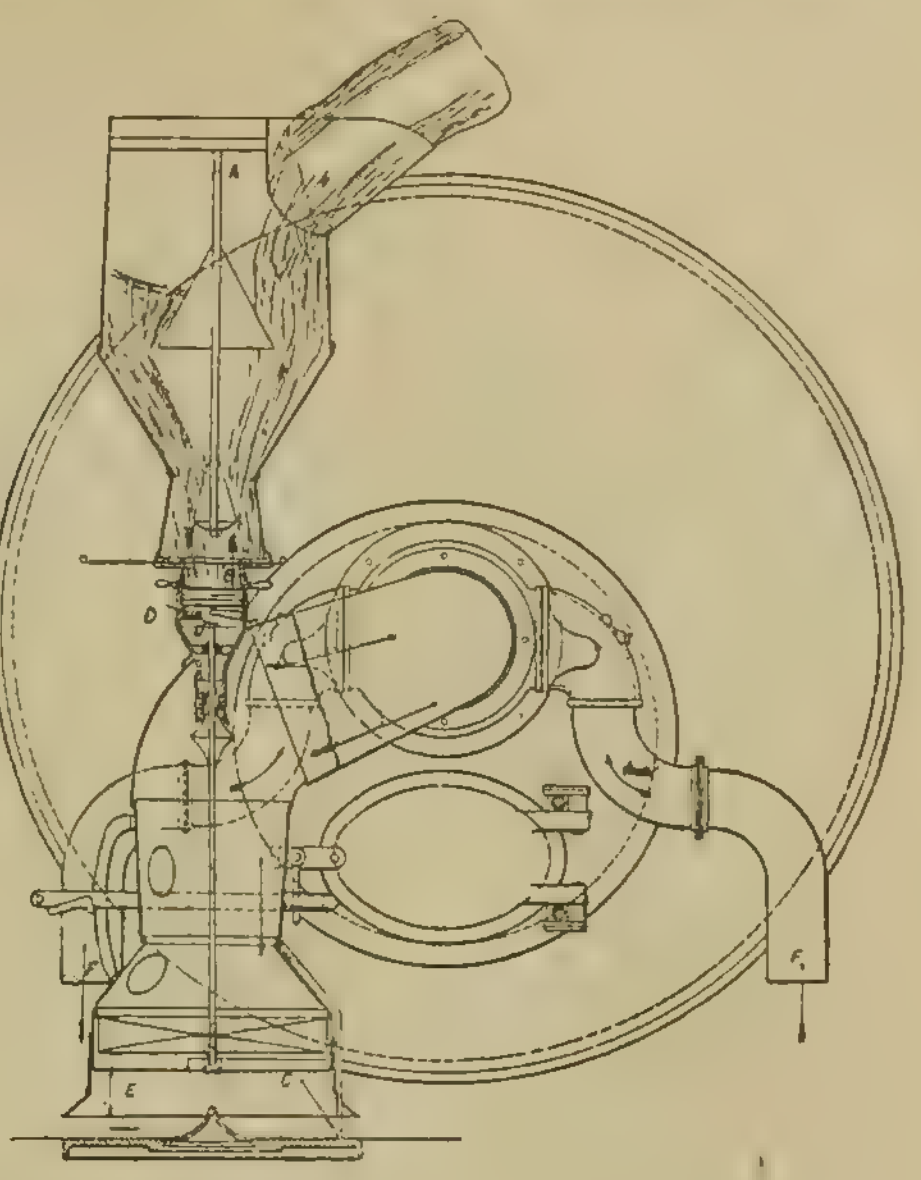


Рис. 50. Общій видъ приспособленія Вегнера для пылевиднаго топлива у обыкновенной топки парового котла

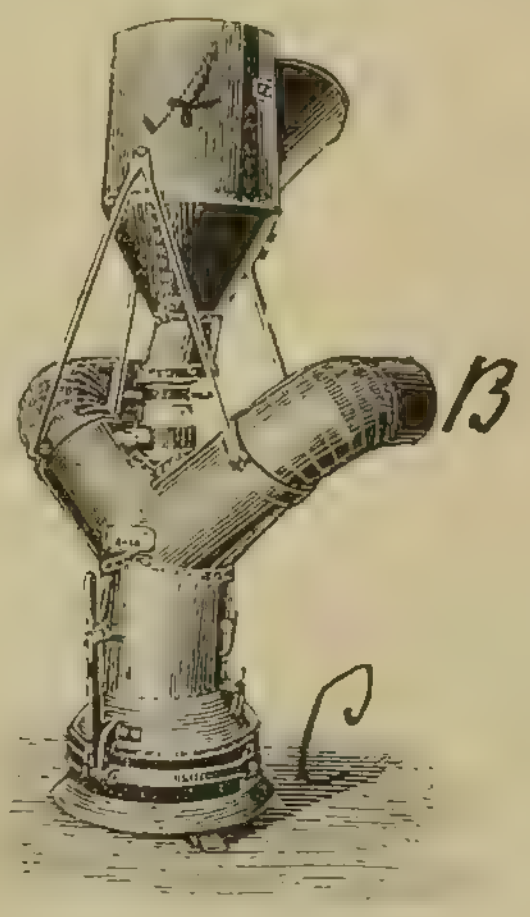


Рис. 51. Приборъ Вегнера для двухъ рядомъ стоящихъ топокъ съ одною воронкою. См. текстъ и рис. 49 и 50

---

[8] Примѣчательна настойчивость, съ которою Вегнеръ усовершенствуетъ приборы для пылевидной топки, и достойно упоминанія то обстоятельство (указанное Г. Ф. Деппомъ), что г. Вегнеръ преслѣдуетъ свои мысли на основаніи того, что онъ видѣлъ въ Москвѣ въ отношеніи пульверизаціи нефти (форсунокъ, § 17).

предъ топкою (приборъ прямо ставится на полъ или на подставки), въ которую входятъ трубы B, B, вводящія смѣсь воздуха и пыли. Воздухъ втягивается (тягою дымовой трубы) чрезъ щель нижней части прибора C (рис. 51) и по пути подхватываетъ пыль, падающую изъ ковша или резервуара A. Для того, чтобы это паденіе было равномѣрно и количество пыли соотвѣтствовало входящему воздуху, внутри прибора сдѣлано устройство, изображенное въ разрѣзѣ, представленномъ на рис. 49, гдѣ приборъ приставленъ къ паровику HH и горѣніе совершается въ пространствѣ J. Входящій чрезъ *K* въ приборъ воздухъ (какъ изображено стрѣлками) проходитъ вертушку или вентиляторъ E и заставляетъ его вращаться тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше тяга. Вращеніе вертушки E, достигаемое естественно тягою дымовой трубы, назначено для двухъ цѣлей. Во-первыхъ, для того, чтобы падающая изъ A пыль топлива ударялась о расширеніе D оси вертушки, что содѣйствуетъ разбрасыванію пыли и ея подхватыванію струею воздуха, идущаго изъ K въ F и J. Во-вторыхъ, на верхнемъ концѣ оси вертушки около мѣста C закрѣплены сбоку на горизонтальномъ кружкѣ два штифта (кулачка), задѣвающіе при каждомъ поворотѣ вертушки за рычагъ, сотрясающій воронкообразную пластинку (рѣшето) съ прорѣзами, изъ которыхъ и сыплется угольная пыль. Эта воронкообразная пластинка съ прорѣзами расположена въ самомъ узкомъ мѣстѣ верхней части прибора (C рис. 49) и получаетъ угольную пыль изъ ковша A. Прорѣзы пластинки снабжены загнутыми кверху краями, такъ что пыль не проходитъ чрезъ рѣшето, если сотрясеній нѣтъ, и падаетъ тѣмъ чаще, чѣмъ чаще производятся сотрясенія и, слѣдовательно, чѣмъ болѣе входитъ въ топку воздуха. Особая спиральная пружина приводитъ сотрясаемую пластинку къ начальному положенію, опредѣляемому особымъ регуляціоннымъ винтомъ. Но такъ какъ рѣшетчатая пластинка можетъ засоряться и требуетъ досмотра, то, закрывъ задвижку *B* и отвернувъ (съ помощію особыхъ приспособленій) ковшъ *A* въ сторону, можно осмотрѣть и очистить эту рѣшетку [9]. По всѣмъ отзывамъ, до нынѣ полученнымъ, дѣйствіе прибора Вегнера весьма правильно, конечно при условіи сильной тяги трубы и совершеннаго размельченія угля.

Во всѣхъ подобныхъ родахъ пылевидныхъ топокъ при заводскомъ пользованіи ими получена явная и не малая экономія топлива. Привожу два примѣра. Bryan Donkin въ 1895 г. сравнилъ въ корнваллійскомъ котлѣ (съ поверхностію нагрѣва 46 кв. метровъ) топку колосниковую (слѣд. употребляя обыкн. куски к. угля) съ послѣднею изъ упомянутыхъ пылевидною топкою Вегнера и получилъ при 1-й 10,7 кил. пара въ часъ на 1 кв. метръ поверхности, при 2-й 16,6 кил.; на 1 кил. влажнаго угля въ 1-мъ случаѣ 5,9 к. пара, считая на 100°, а во 2-мъ 9,0 кил.; въ дымоходахъ процентъ углекислаго газа въ первомъ случаѣ полученъ 8,7, во второмъ 15,4, а въ общемъ выводѣ нашелъ, что полезное дѣйствіе котла при употребленіи пыли возросло на 42%, сравнительно съ топкою кусками угля. Въ Хогенѣ, въ Вестфаліи, при пользованіи пылевиднымъ приборомъ Фридберга для плавки стали получили въ среднемъ температуру 1450° и израсходовали вдвое менѣе угля, чѣмъ расходовали, примѣняя обычное топливо въ кускахъ.

Изъ этихъ данныхъ уже видно, что примѣненіе пылевиднаго топлива представляетъ весьма важный шагъ въ дѣлѣ экономіи горючихъ матеріаловъ [10], тѣмъ болѣе, что попутно достигается и бездымность топки, что имѣетъ свое значеніе не только въ экономическомъ, но и въ санитарномъ отношеніи. Причина экономическихъ выгодъ состоитъ безъ сомнѣнія въ возможности полнаго горѣнія безъ избытка воздуха или лишь

---

[9] Это заставляетъ имѣть постояннаго внимательнаго надсмотрщика за дѣйствіемъ топки.

[10] Повторю опять, что торфъ, всякіе отбросы дерева (опилки, стружки) и травянистые виды топлива (солома, мохъ, листъ, хвоя и т. п.) съ величайшею выгодою могутъ найти примѣненіе въ практикѣ заводскихъ нагрѣваній, если ими пользоваться или какъ пылевиднымъ топливомъ, напр. въ паровыхъ котлахъ, или превращая ихъ въ газообразное топливо, если надо непрерывно имѣть очень высокія температуры.

съ самымъ малымъ его избыткомъ (см. §§ 7, 9 и 20). Дальнѣйшими изслѣдованіями долженъ разъясниться вопросъ объ относительномъ значеніи въ разныхъ случаяхъ превращенія топлива въ газы и въ пыль, но уже и нынѣ можно полагать, что для прерывнаго полученія пара въ большинствѣ случаевъ пылевидное отопленіе надо предпочесть превращенію въ газы (см. § 19 [33]), а это послѣднее предпочитать всѣмъ другимъ пріемамъ тамъ, гдѣ возможна или необходима непрерывность нагрѣванія.

§ 17. Изъ числа множества горючихъ жидкостей одни нефтяные остатки получили широкое практическое приложеніе, какъ промышленное топливо, чему причину должно искать исключительно въ относительной дешевизнѣ, особенно у насъ, въ Россіи, этого продукта и въ той высокой степени жара, которую можетъ доставлять сожиганіе этого углеводороднаго вещества. Надъ нимъ однимъ мы и остановимся, хотя иногда примѣняютъ для нагрѣванія спиртъ, виды дегтя и даже нѣкоторыя жирныя масла, но лишь въ особыхъ обстоятельствахъ (напр. какъ спиртъ для комнатнаго нагрѣванія пищи [1], или виды дегтя при отсутствіи ихъ сбыта [2] и т. п.), или при необходимости получить быстрое и сильное горѣніе (напр. при растопкѣ).

Если бы нефть не имѣла другихъ болѣе цѣнныхъ приложеній (для освѣщенія и смазки, см. далѣе особую главу о нефти), то она при дешевизнѣ добычи составляла бы драгоцѣннѣйшее по составу и свойствамъ топливо, такъ какъ

[1] Спиртъ обыкновенный (винный, этиловый) примѣняется для горѣнія только въ маломъ видѣ (напр. въ лабораторіяхъ, для быстраго нагрѣва воды въ домашнемъ быту и т. п.), п. ч. даже безъ акциза (10 к. съ градуса или при 70° крѣпости 7 р. съ ведра) онъ стоитъ дорого (около $1^1/_2$ к. за градусъ, т. е. при 70° около 1 р. за ведро или около 1 р. 30 к. за пудъ), но при его очищеніи въ перегонныхъ приборахъ получается много сивушнаго спирта или сивушнаго масла, имѣющаго малый торговый сбытъ, а потому на очистительныхъ заводахъ его иногда сожигаютъ въ топкахъ.

[2] Пока каменноугольный деготь не получилъ современнаго своего широкаго примѣненія, онъ мѣстами не имѣлъ цѣны и сожигался на газовыхъ заводахъ, какъ топливо. Смола, изъ него получаемая, и нынѣ идетъ въ брикеты.

даетъ много тепла и большой жаръ, сама можетъ проникать въ топку и легко сожигается безъ дыма и какихъ-либо остатковъ. Однако, природная нефть если не всегда, то очень часто [3] содержитъ столь легко улетучивающіяся углеводородныя вещества (нефтяной эфиръ, лигроинъ, газолинъ, бензинъ и т. п.), что очень огнеопасна не только для пользованія ею какъ топливомъ, но и для простого храненія, такъ какъ смѣсь выдѣляемыхъ ею паровъ съ воздухомъ легко воспламеняется и тогда можетъ дать опасные взрывы; поэтому для топлива не примѣняется обычная сырая нефть даже тамъ, гдѣ, какъ часто у насъ въ Баку на мѣстахъ добычи, сырая нефть стоитъ дешевле «остатковъ» [4], которые въ храненіи и топ-

[3] Среди разнообразныхъ сортовъ нефти, встрѣчающейся въ природѣ, донынѣ добываютъ исключительно такую, которая содержитъ по возможности наибольшее количество тѣхъ болѣе летучихъ углеводородовъ, которые при перегонкѣ образуютъ освѣтительное масло, горящее хорошо въ общераспространенныхъ лампахъ и называемое керосиномъ, потому что онъ донынѣ составляетъ главный продуктъ, для котораго добывается нефть. Но кромѣ такой нефти, иногда рядомъ съ нею, находятся въ природѣ и такіе болѣе тяжелые (уд. вѣса болѣе 0,9) сорта ея, которые керосина при перегонкѣ даютъ очень мало. Такую нефть или не добываютъ, или, добывая, подвергаютъ особой обработкѣ (cracking), при которой она отчасти разлагается и даетъ керосинъ, или иногда прямо примѣняютъ для смазки колесъ. Около Баку много такой тяжелой «черной» нефти, ее не добываютъ. А между тѣмъ она прямо могла бы служить для топки, п. ч. легко летучихъ началъ не содержитъ. Затрудненіемъ для этого служитъ однако медленность, зависящая отъ густоты скопленія такой нефти въ скважинахъ. Нѣкоторыя мѣстности на Кубани и около Грозной также даютъ такую тяжелую нефть. Въ будущемъ должно ждать добычи большихъ массъ такой тяжелой нефти. Ее болѣе всего можно считать «жидкимъ углемъ», но она при проведеніи по трубамъ требуетъ предварительнаго нагрѣванія, иначе вслѣдствіе густоты течетъ очень медленно и расходуетъ много силы въ насосахъ.

[4] Нефтяные «остатки» стоятъ въ Баку нынѣ обыкновенно не дешевле, а дороже сырой нефти, п. ч. спросъ на остатки великъ для вывоза на Волгу, а сырая нефть имѣетъ почти однихъ мѣстныхъ покупателей и берется для передѣлки въ керосинъ. Низкія цѣны на остатки бываютъ только въ поздніе осенніе мѣсяца, когда кончается вывозъ на Волгу и является избытокъ предложенія и недостатокъ покупателей. Для примѣра привожу цѣны пуда въ Баку въ 1892 г.:

кѣ безопасны отъ огня (вспыхиваютъ только при нагрѣвѣ, обыкновенно выше 100°), потому именно, что наболѣе летучія части выдѣляются при переработкѣ нефти. Нефтяными «остатками» [5] и называется та часть нефти, которая остается послѣ отгонки керосина и смазочныхъ маслъ. Если взята напр. Балаханская нефть (окрестности Баку) уд. вѣса 0,88, то послѣ отгонки около 3% бензина и 25% керосина (уд. вѣса 0,82—0,83) остатки (около 70%) имѣютъ уд. вѣсъ около 0,92. Они называются въ частности «легкими остатками» въ отличіе отъ «тяжелыхъ», имѣющихъ уд. вѣсъ около 0,94, получаемыхъ изъ «легкихъ остатковъ» послѣ отгонки (съ помощію перегрѣтаго пара) изъ нихъ еще 15% (отъ сырой нефти) соларовыхъ (у. в. около 0,87) и смазочныхъ (около 0,9) маселъ. Эти «тяжелые» остатки при дальнѣйшемъ нагрѣваніи, хотя бы и съ перегрѣтымъ водянымъ паромъ, отчасти разлагаются, образуя газы, сильно свѣтящіе при сожиганіи (тяжелые и богатые углеродомъ), летучія жидкости, сходныя съ керосиномъ и др. вышеназванными жидкими продуктами нефти, и наконецъ въ дистиллатѣ получается застывающая на холоду смѣсь углеводородовъ, называемая (въ хорошо очищенномъ видѣ) вазелиномъ, а въ сыромъ или полуочищенномъ видѣ—себонафтомъ (нефтянымъ саломъ) и содержащая твердые углеводороды, образующіе въ отдѣльности параффинъ и воскообразный церезинъ. При такой полной [6] утилизаціи (полученіи цѣнныхъ продуктовъ) нефти, отбросомъ или остатками слѣдуетъ называть только такую смѣсь побочныхъ продуктовъ, которая не находитъ прямого техническаго примѣненія. Подобное положеніе вещей существуетъ въ отношеніи американской нефти. Но не таково положеніе дѣла по отношенію къ изобильной и чрезвычайно на мѣстѣ производства дешевой бакинской нефти. Ея добываютъ въ годъ около 400 мил. пуд. и, подвергая перегонкѣ, получаютъ только около 120 милл. пуд. бензина, керосина, смазочныхъ и всякихъ друг. цѣнныхъ продуктовъ перегонки; все же остальное примѣняется и сбывается, какъ «остатки», для сожиганія, т. е. поступаетъ въ топливо. Невольно рождается предположеніе о томъ, что причину малой утилизаціи нефти въ Баку должно искать въ слабомъ развитіи промышленной предпріимчивости [7], но

	Янв.	Март.	Май.	Іюль.	Сент.	Ноябр.	
Сыр. нефть. .	1,4	1,2	0,7	1,0	1,2	1,3	к.
Неф. остатки.	2,5	2.0	1,1	1,0	1,0	1,2	»
Керосинъ . . .	10	9	7	6	7	7	»

Это однако годъ исключительно низкихъ цѣнъ. Чтобы видѣть степень измѣнчивости цѣнъ нефтяныхъ товаровъ въ Баку, достаточно указать на то, что сред. цѣна пуда:

	1888	1889	1890	1891	1892 г.
Керосина	30	26	19	10	7 к.
Сырой неф. . .	$2^1/_4$	$3^3/_4$	$6^1/_2$	$2^1/_2$	1 к.

За послѣдніе годы (1895—1896) цѣны значительно поднялись и будутъ разсмотрѣны въ главѣ о нефти, теперь же замѣтимъ, что на промыслахъ въ 1894 г. стояли цѣны нефти отъ 2 (февраль) до $4^1/_2$ (декабрь) коп. за пудъ, а въ 1895 году отъ $4^1/_2$ (январь) до 9 (сентябрь) коп. за пудъ, а въ 1893 г. отъ $^1/_2$ к. (іюль) до $2^1/_4$ (январь) к., что и подтверждаетъ сказанное въ § 4 выноска 3.

[5] Ихъ иногда называютъ «мазутомъ» или «мазутою» (отъ мѣстнаго слова «грязь»).

[6] Если при перегонкѣ тяжелыхъ остатковъ нефти держать температуру около 400° и вводить много водяныхъ паровъ, нагрѣтыхъ до этой температуры, то, какъ показали мои опыты въ большомъ видѣ, отъ нефти (какъ русск., такъ и амер.) не остается нисколько угольнаго (коксоваго) остатка, образующагося въ значительной пропорціи, если (какъ это обыкновенно дѣлаютъ) темпер. паровъ воды будетъ ниже, а нагрѣвъ нефти выше, причемъ, сверхъ того, вся эта перегонка тогда идетъ медленно и получается гораздо болѣе газообразныхъ продуктовъ разложенія.

[7] Въ началѣ развитія нефтяныхъ дѣлъ въ Баку, т. е. 30—40 лѣтъ тому назадъ, когда уже во всемъ мірѣ (и у насъ также) примѣнялся американскій керосинъ, въ объясненіе малой утилизаціи нефти въ Баку приводилось обыкновенно то соображеніе, что бакинская нефть даетъ только 25—30% такого керосина, который горитъ въ лампахъ, назначенныхъ для сожиганія американскаго керосина, котораго изъ пенсильванской нефти получается до 65%. Но нынѣ, когда огнеопасность такого керосина стала извѣстна повсюду, а возможность въ спеціально приноровленныхъ лампахъ сожигать болѣе безопасное, наиболѣе тяжелое освѣт. масло (я предложилъ называть подобное масло «бакуолемъ»), составляющее также до 65% бакинской нефти — нынѣ это объясненіе малой утилизаціи бак. нефти лишено значенія. Въ 1883 г. въ засѣданіи Русс. Химическаго Общества я демонстрировалъ прекрасное горѣніе въ особоприноровленной лампѣ очищеннаго масла, составляющаго даже

это объясняетъ лишь часть дѣла, сложность котораго мы разсмотримъ далѣе въ особой главѣ, а теперь обратимъ лишь вниманіе на то, что для болѣе полной утилизаціи нефти въ Баку нѣтъ условій свободнаго сбыта въ міровую торговлю возможной массы продуктовъ, такъ какъ единственный путь къ тому представляетъ Баку-батумская желѣзная дорога, а она и нынѣ, главнымъ образомъ, занята вывозомъ до 60—70 мил. пуд. въ годъ продуктовъ бакинской нефти; вывезти же около 300 мил. пуд. въ годъ, что составляетъ возможную на дѣлѣ массу бакинскихъ нефтяныхъ продуктовъ, назначенныхъ для заграничнаго сбыта, она очевидно не можетъ. Остальная же Россія, имѣющая превосходное водное сообщеніе съ Баку, при посредствѣ Волги, не можетъ принять со своимъ малымъ спросомъ и съ существованіемъ большого акцизнаго налога на освѣтительныя масла (60 коп. для обычнаго керосина и 50 коп. съ пуда для болѣе тяжелыхъ сортовъ) массы возможныхъ продуктовъ полной утилизаціи бакинской нефти. Такимъ образомъ выходитъ, что изъ 396 (для 1895 г.) милл. пуд. своей нефти Баку можетъ производить только около 100—120 милл. пуд. продуктовъ перегонки (изъ нихъ около 60—80 милл. пуд. идетъ по Закавказской ж. дорогѣ, около 30—40 м. пуд. потребляется въ Россіи въ видѣ оплачиваемаго акцизомъ освѣтительнаго продукта и нѣсколько милл. пудовъ идетъ въ нее въ видѣ бензина, смазочнаго масла и т. п. безакцизныхъ продуктовъ), все же прочее, т. е. за вычетомъ неизбѣжныхъ потерь, около 180—250 милл. пуд. составляетъ неизбѣжные «остатки», назначаемые для сожиганія какъ топливо [8]. Нѣтъ спора о томъ, что это топливо превосходно, какъ далѣе покажемъ, и что берега Каспійскаго моря и Волжскій бассейнъ много выгадываютъ, получая такое превосходное топливо ежегодно въ количествѣ около 150 милл. пуд. (остальное идетъ на мѣстѣ и въ др. частяхъ Закавказья), тѣмъ не менѣе для цѣлаго хозяйства страны существующій порядокъ нельзя считать нормальнымъ, и въ немъ можно, по моему мнѣнію [9], ждать существенныхъ улучшеній только при устройствѣ Баку-батумскаго нефтепровода (не керосинопровода, а трубопровода для сырой нефти) и при передѣлкѣ на черноморскомъ берегу бакинской нефти въ безопасныя (въ пожарномъ отношеніи [10]) освѣтительныя масла для мірового ихъ сбыта, который ежегодно возрастаетъ, особенно съ тѣхъ поръ, какъ Индія, Китай и вся Азія начали примѣнять нефтяное освѣщеніе въ изобиліи [11]. Но и тогда, когда такой порядокъ установится и міръ освѣтится и смажется дешевыми продуктами русской промышленности [12], «нефтяные остатки» не исчезнутъ съ рынка Россіи, пока нефть будетъ находиться въ современномъ изобиліи и дешевизнѣ, потому что при передѣлкѣ въ цѣнные продукты остаются неизбѣжные отбросы и есть много

80% по вѣсу бакинской нефти. Температуру вспышки допускаемаго въ продажу керосина вездѣ стремятся поднять, Россія могла бы доставить по очень дешевой цѣнѣ массу такого керосина, но отсутствіе большого нефтепровода между Каспійскимъ и Чернымъ моремъ не позволяетъ сдѣлать этого. А вся нефтяная промышл. С.-Америки, при гораздо болѣе дорогой, чѣмъ у насъ, нефти (тамъ цѣна пуда сырой нефти на промыслахъ 10 — 20 к., а у насъ 1 — 3 к., рѣдко 4 к. пудъ), держится именно на томъ, что изъ мѣстъ добычи всю нефть по нефтепроводамъ — общая длина которыхъ превышаетъ нынѣ 2000 верстъ, дешево доставляютъ къ заводамъ, расположеннымъ около береговъ океана.

[8]. Подробности, сюда относящіяся, будутъ помѣщены въ особой главѣ. По отчетамъ за 1895 г. получено всего въ Россіи 426 м. п. нефти; изъ нихъ въ Баку 396 и около Грозной 29 м. п.

[9] О необходимости и важномъ значеніи нефтепровода я съ 1886 г. много писалъ въ разныхъ своихъ статьяхъ и книгахъ.

[10] Степень безопасности въ пожарномъ отношеніи осв. нефт. маселъ опредѣляется ихъ температурою «вспышки», о чемъ см. главу о нефти.

[11] Въ Персію идетъ прямо изъ Баку русс. керосинъ, не освобожденный отъ акцизнаго сбора, но весь вывозимый изъ Батума заграницу керосинъ акцизомъ не окладывается. Кружный путь морями въ Азію нашему керосину могъ бы сократиться, если бы осуществился проектъ В. П. Рагозина о проведеніи керосинопровода отъ юго-восточнаго берега Каспійскаго моря къ Персидскому заливу.

[12] Нигдѣ въ мірѣ нефть въ такомъ изобиліи и столь дешево не получается, какъ въ Баку и нѣк. др. частяхъ Кавказа; это даетъ, при проч. условіяхъ, возможность русс. нефти проложить пути во всѣ концы свѣта.

природныхъ видовъ тяжелой нефти, дающихъ мало цѣнныхъ продуктовъ и совершенно отвѣчающихъ понятію о нефти, какъ о «жидкомъ каменномъ углѣ». А потому и впредь, какъ нынѣ, нефтяное топливо будетъ играть свою у насъ передовую роль, что и заставляетъ обратиться къ ознакомленію съ нимъ.

Нефтяные остатки представляютъ густую (трудно или медленно вытекающую и мало подвижную) темнобурую жидкость, похожую на деготь, уд. вѣсъ отъ 0,91 до 0,94, почти лишенную запаха, въ водѣ нерастворимую и способную загораться только послѣ нагрѣванія выше 100° (напр. горящая лучина тухнетъ при погруженіи въ остатки, но послѣ нагрѣванія до 150° ихъ зажигаетъ). Очевидно, что куб. метръ вмѣщаетъ около 920 кил. нефтяныхъ остатковъ, т. е. болѣе по вѣсу и по числу единицъ тепла всѣхъ другихъ горючихъ. По составу это есть смѣсь углеводородовъ, близкихъ къ C^nH^{2n}, т. е. содержащихъ на 1 ч. водорода около 6 ч. углерода (обыкн. немного болѣе), съ небольшою подмѣсью кислородныхъ, сѣрнистыхъ и минеральныхъ веществъ. По сравненію съ бензиномъ и керосиномъ въ остаткахъ менѣе водорода и болѣе кислорода. Можно вообще принимать около:

Проценты вѣса:	Нефт. остат.	Бензинъ.	Керосинъ.
Золы, сѣры и влаги	0,3	0,1	—
Углерода[12bis]	86,0	85,4	84,9
Водорода . . .	12,0	14,2	14,4
Азота	0,05	—	—
Кислорода . . .	1,65	0,3	0,7

Поэтому теплопроизводительность (считая происходящую при горѣніи воду жидкою):

Q около 10520 11170 11180 ед. т.,

Считая же воду въ видѣ паровъ:

Q' около 9870 10400 10400 ед. т.

[12 bis] По анализамъ проф. Шуляченко и Дамскаго c=86,7; 86,3; 87,0; 86,1; h=12,7—12.8%, въ среднемъ: c 86,5; h 12,75, такъ что на o, s, влагу и золу остается 0,75%. Не разъ опредѣляя золу и влагу, я находилъ ихъ въ количествѣ 0,2—0,6% и считаю ихъ содержаніе въ суммѣ 0,3%, содержаніе же кислорода, судя по имѣющимся у меня даннымъ, обыкновенно болѣе 1%. Принявъ высшее изъ извѣстныхъ содержаніе c и h. измѣнимъ Q' не болѣе, какъ на +200 ед. тепла.

Отсюда видно, что нефтяное топливо теплопроизводительнѣе всѣхъ другихъ (не газообразныхъ) видовъ топлива [13]. Такъ какъ Q' для каменныхъ углей обык. около 7500, а для дерева около 3500, то на мѣсто 100 пуд. лучшаго каменнаго угля достаточно только около 75 пуд. [13 bis] нефтяныхъ остатковъ, но нужно около 210 пуд. дровъ (или около куб. саженъ), что оправдывается прямыми опытами при топкѣ паровыхъ котловъ.

Наибольшая заслуга точнаго выясненія большихъ преимуществъ нефтяного топлива принадлежитъ Генр. Сенъ-Клеръ-Девиллю, произведшему для сего въ 60-хъ годахъ многочисленныя опытныя изслѣдованія. Онъ сожигалъ нефтяное топливо большею частію прямо въ видѣ жидкости, стекающей изъ резервуара по наклоннымъ желобамъ особыхъ чугунныхъ приборовъ, помѣщаемымъ предъ отверстіемъ печи (рис. 52),

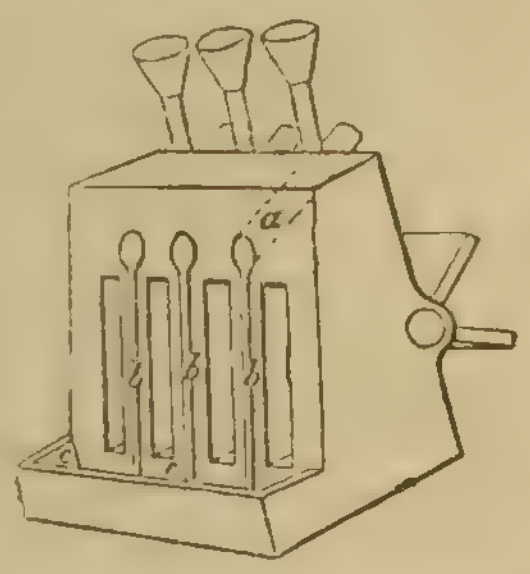


Рис. 52. Чугунный приборъ, примѣненный Генрихомъ Сенъ-Клеръ-Девиллемъ для сожиганія нефти. Изъ особаго резервуара нефть втекаетъ въ воронки, по каналамъ a льется въ наклонные желоба b, здѣсь испаряется и горитъ на счетъ воздуха, проходящаго въ сквозныя отверстія между желобами (какъ въ колосникахъ), а не догорѣвшая попадаетъ въ c. Приборъ вдѣлывается въ отверстіе печи и при регулированіи притока воздуха можетъ давать сильный жаръ и бездымное горѣніе

такъ что нефть горитъ, испаряясь, прямо на такихъ желобахъ; но при этомъ трудно избѣжать избытка или недостатка

[13] Особенно важно обратить вниманіе на то, что при этомъ объемъ, занимаемый нефтью, меньше, чѣмъ друг. твер. (и газообр.) обык. видами топлива. Это особенно важно для пароходовъ и паровозовъ, п. ч. позволяетъ взять наибольшій запасъ топлива при данномъ его вѣсѣ и объемѣ.

[13 bis] Въ дѣйствительныхъ опытахъ обыкновенно оказывается, да и должно оказываться, еще меньшій расходъ нефтяныхъ остатковъ, замѣняющихъ 100 пуд. к. угля, а именно до 60 пуд. нефти. Зависитъ это отъ того, что при топкѣ к. углемъ неизбѣжно, для полнаго горѣнія, вводить большой избытокъ воздуха, а онъ, понижая температуру горѣнія, уменьшаетъ полезное дѣйствіе топлива, тогда какъ при топкѣ нефтью совершенно нуженъ лишь ничтожный избытокъ воздуха, ибо отъ полноты смѣшенія легко достигается и полнота горѣнія (см. § 20)

воздуха, т. е. регулировать отношеніе между нимъ и нефтью. Затѣмъ появившіеся въ Америкѣ и Россіи избытки нефти привлекли въ концѣ 60-хъ годовъ къ нефтяному отопленію вниманіе инженеровъ и техниковъ, въ результатѣ чего явилось множество способовъ, предложенныхъ для удобнаго и выгоднаго сожиганія нефти. Между ними достоинъ особаго указанія способъ пульверизаціи воздухомъ, примѣненный Шпаковскимъ, какъ для лабораторнаго, такъ и для заводскаго пользованія, такъ какъ впослѣдствіи большинство примѣненій основалось именно на пульверизаціи, т. е. на превращеніи нефти въ снопъ мелкихъ капель или брызгъ, легко вполнѣ смѣшивающихся съ воздухомъ и потому могущихъ вполнѣ горѣть безъ его избытка. Это достигается обыкновенно съ помощію водяного пара [14], такъ какъ нефтяное отопленіе преимущественно примѣняется для топки паровиковъ или тамъ, гдѣ паръ имѣется. Приборы, производящіе разбрызгиваніе нефти въ топкахъ при помощи упругости водяныхъ паровъ (изъ паровика), получили названіе *форсунокъ*. Сущность ихъ устройства состоитъ въ томъ, что нефть заставляютъ притекать изъ резервуара въ наконечникъ, подобный такому, какой примѣняется для горѣлокъ горючаго газа или для паяльныхъ столовъ (см. Основы химіи), а именно обыкновенно въ кольцеобразное пространство, окружающее коническое отверстіе, чрезъ которое выходитъ водяной паръ подъ давленіемъ или обратно. Струя пара, встрѣчая при выходѣ струю вытекающей нефти, разбиваетъ ее на капли и уноситъ съ собою, образуя метлу или снопъ нефтяныхъ брызгъ, которыя легко зажечь на счетъ впускаемаго и завлекаемаго струею пара воздуха. Устройство такихъ форсунокъ бываетъ весьма разнообразно. На 53 и 54 рисунк. приведенъ конструкторскій чертежъ форсунки системы Шухова (выполняемой зав. Барн въ Москвѣ), давно испытанной на дѣлѣ. Притокъ нефти и паровъ въ форсунку легко регулировать находящимися при ней кранами, а такъ какъ и впускъ воздуха также легко регулировать [15],

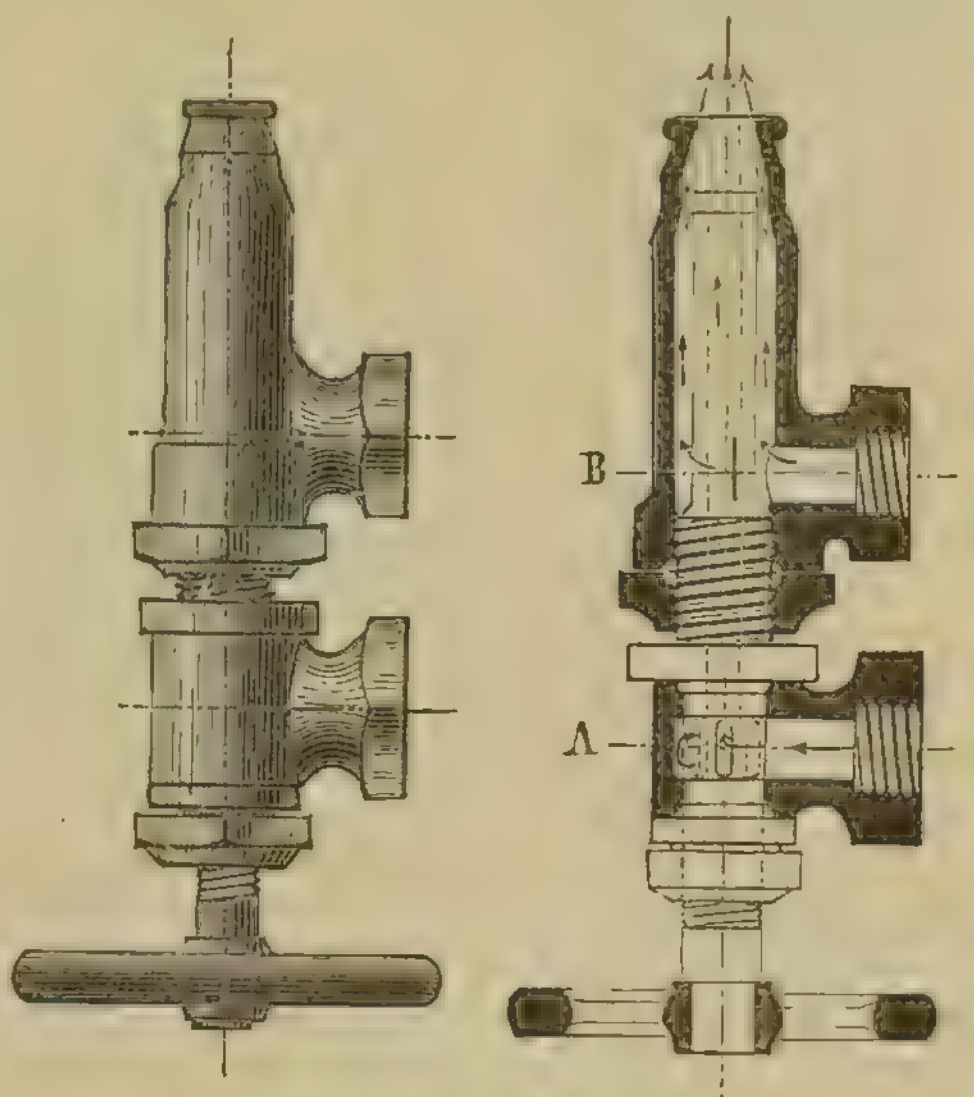


Рис. 53 и 54. Внѣшній видъ и разрѣзъ нефтяной форсунки инженера Шухова (1881 г.), дѣйствующей водянымъ паромъ. Размѣръ въ 3 раза менѣе натуры. Чрезъ A въ центральную трубку входятъ нефтяные остатки, чрезъ B паръ изъ паровика. Исправное дѣйствіе удостовѣряется многолѣтнимъ примѣненіемъ на множествѣ топокъ.

---

[14] Хотя расходъ пара для дѣйствія форсунокъ и не великъ, тѣмъ не менѣе онъ самъ по себѣ уже прямо требуетъ нѣкотораго кол. топлива, а главное, примѣняемый паръ увеличиваетъ и безъ того большое количество паровъ воды, образующихся въ пламени нефти, а это (§ 9) понижаетъ температуру пламени и слѣдовательно уменьшаетъ его полезное дѣйствіе. По этой причинѣ пульверизація нефти нагнетеннымъ (сжатымъ) воздухомъ во многихъ отношеніяхъ предпочтительнѣе, чѣмъ парами воды, особенно тамъ, гдѣ требуется получить высокую температуру, хотя при этомъ на нагнетаніе воздуха и на подогрѣваніе нефти (чтобы сдѣлать ее болѣе жидкою, легче дѣлящеюся въ мелкія капли) и пойдетъ нѣкоторое количество тепла. Должно однако замѣтить, что водяные пары, смѣшанные съ парами нефти, при высокой температурѣ пламени вѣроятно не остаются, хотя отчасти, безъ химическаго вліянія на нефть, образуя съ нею окись углерода и водородъ ($C^nH^{2n}+nH^2O=nCO+2nH^2$), а это газообразованіе способствуетъ полнотѣ смѣшенія съ воздухомъ и полнотѣ горѣнія, удлиняя пламя. Пульверизація нефти парами предложена американцемъ Ейдономъ и русскимъ Шпаковскимъ въ концѣ 60-хъ годовъ и въ Баку до конца разработана Ленцемъ около 1872 года. Пульверизація сжатымъ воздухомъ также употребляется въ Америкѣ и у насъ, хотя рѣдко. Паровъ идетъ 5—8%.

[15] Притокъ воздуха легко регулируется впускною дверцею (задвижкою) и легко позволяетъ достигать полнаго горѣнія, что видно не только по отсутствію дыма, но и по виду пламени въ печи. Убавивъ, при данномъ притокѣ нефти, входъ воздуха до полученія первыхъ

нефть же и паръ сами притекаютъ, то къ великимъ достоинствамъ нефтяного отопленія должно причислить огромное

Рис. 55. Одна изъ многихъ почти не вошедшихъ въ практику попытокъ (Кертинга) для сожиганія нефти (изъ E и T), пульверизуемой водянымъ паромъ (изъ D).

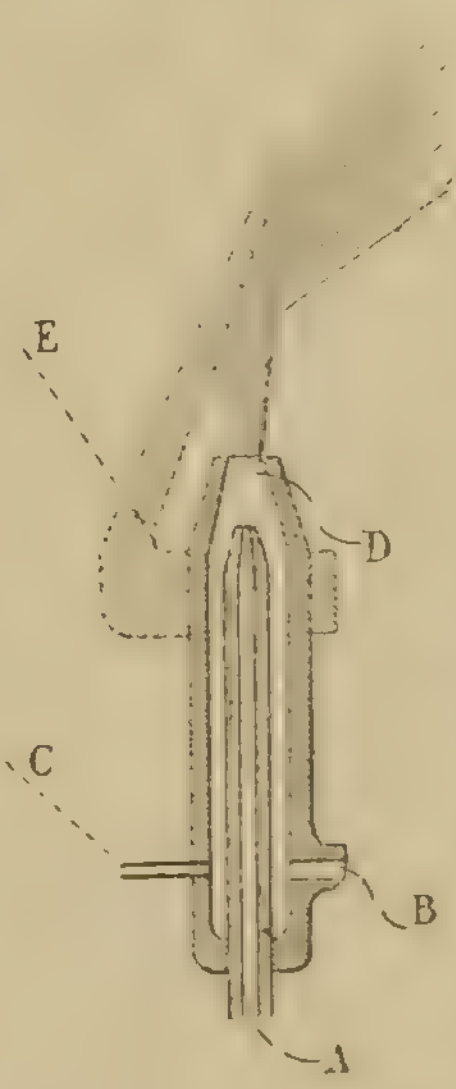


Рис. 56. Форсунка Weyher et Richmond. Чрезъ A входитъ паръ, чрезъ B и C воздухъ и нефть. Ихъ струя разбивается и уклоняется экраномъ E.

при немъ облегченіе работы истопниковъ и лицъ, надзирающихъ за отопленіемъ, тѣмъ болѣе, что по виду пламени

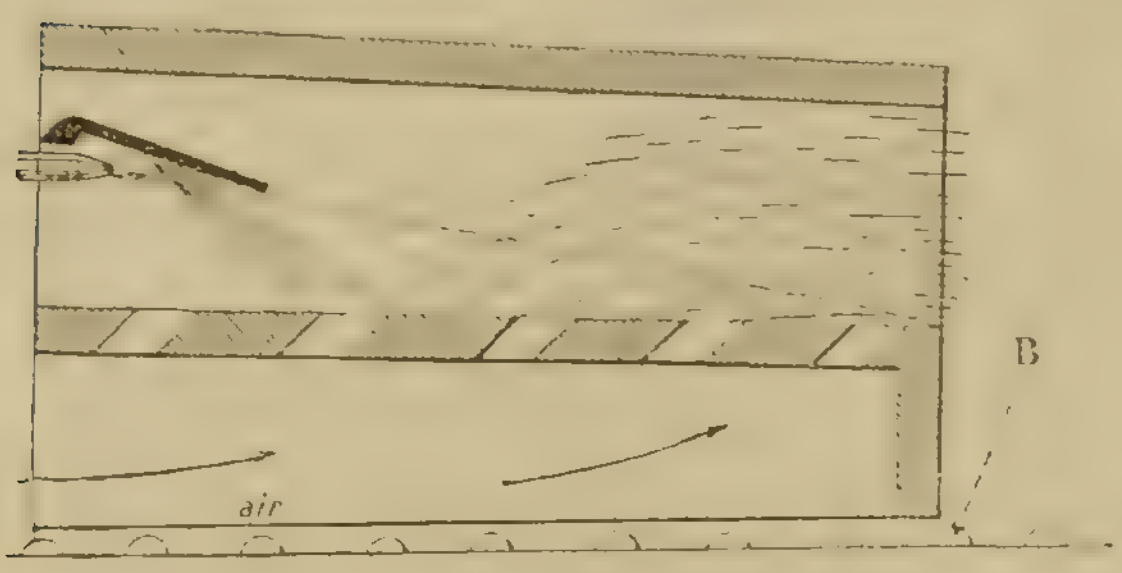


Рис. 57. Топка котла форсункою рис. 56. Воздухъ, потребный для окончательнаго горѣнія, входитъ чрезъ рядъ наклонныхъ отверстій. 1 кил. испарилъ въ опытѣ до 12¼ кил. воды.

слѣдовъ дыма и затѣмъ увеличивъ его до исчезновенія дыма, можно прорегулировать такъ горѣніе, что будетъ лишь ничтожно малый избытокъ воздуха. Разъ это достигнется, такъ оно и сохранится, что сильно облегчаетъ уходъ за нефтяными топками въ отличіе отъ топокъ твердыми видами топлива, требующими неусыпнаго присмотра, безъ котораго равномѣрности нагрѣва получить нельзя. Здѣсь, какъ при топкѣ газами, сказывается выгодность непрерывности (§ 3).

легко судить о всемъ ходѣ топки и избѣжать недостатка воздуха, дающаго дымъ, и избытка воздуха, понижающаго полезное дѣйствіе топлива. Сверхъ того, при употребленіи форсунки, вслѣдствіе легкости регулировать равномѣрное и полное горѣніе, нефтяное отопленіе отличается такою бездымностію, какая чрезвычайно трудно достижима при сожиганіи твердыхъ видовъ топлива.

Очевидно, что нефтяное отопленіе форсунками при помощи паровъ удобоприложимо только тамъ, гдѣ есть паровики, слѣд. на заводахъ вообще и при паровикахъ въ частности, на пароходахъ, желѣз. дорогахъ и т. п. Если вмѣсто пара нефть будетъ вдуваться сжатымъ воздухомъ, должны получиться еще болѣе высокія температуры, и выгодность возрастетъ, но все это требуетъ не только спеціальнаго приспособленія очаговъ, но и болѣе или менѣе сложныхъ особыхъ устройствъ, которыя не позволяютъ столь широко пользоваться выгодами нефтяного топлива, какъ оно того заслуживаетъ. По этой причинѣ въ вопросѣ о нефтяномъ топливѣ особое значеніе имѣютъ способы, въ которыхъ нефть сожигается прямо въ видѣ жидкости [15 bis] безъ посредства вдуванія пара или воздуха. Тутъ являются свои трудности не только потому, что нефть, предварительно не нагрѣтая, трудно загорается (легко тухнетъ), но и потому, что, разгорѣвшись, она даетъ много продуктовъ разложенія, горящихъ сильно коптящимъ пламенемъ, вслѣдствіе чего легко образуются дымъ и копоть. Очевидно, что для устраненія этого необходимо дать входъ воздуху внутрь пламени, но тогда легко получить избытокъ воздуха, а онъ устранитъ главныя выгоды нефтя-

[15 bis] Въ 80-хъ годахъ много разбирался вопросъ о превращеніи нефти и ея остатковъ въ твердое состояніе, что происходитъ при помощи прибавки нѣск. процентовъ мыла или смѣси олеиновой кислоты съ содою. Но прямой переходъ къ «твердой» нефти — вмѣсто жидкой — для топлива былъ бы въ техническомъ отношеніи не успѣхомъ, а шагомъ назадъ, такъ какъ примѣненіе твердаго топлива всегда будетъ вести къ неэкономическому пользованію, и жидкость (а тѣмъ болѣе газъ) во всѣхъ отношеніяхъ предпочтительнѣе.

ного отопленія. По этимъ причинамъ изъ множества предложеній для примѣненія нефти въ кузницахъ, хлѣбопекарныхъ печахъ и т. п., а особенно для домашняго отапливанія—лишь немногія выдерживаютъ критику раціональнаго испытанія. Не вдаваясь въ описаніе разнороднѣйшихъ приспособленій, для этой цѣли предложенныхъ, и въ оцѣнку продѣланныхъ съ ними опытовъ, я ограничусь здѣсь упоминаніемъ о двухъ видахъ прямого пользованія нефтью для заводскихъ и домашнихъ цѣлей, а именно пріемомъ, примѣняемымъ въ Баку и извѣстнымъ подъ именемъ прибора Л. Э. Нобеля, и способомъ д-ра Баскакова, такъ какъ оба многократно испытаны и даютъ, конечно,—при разумномъ присмотрѣ, несомнѣнно хорошіе результаты (высокія

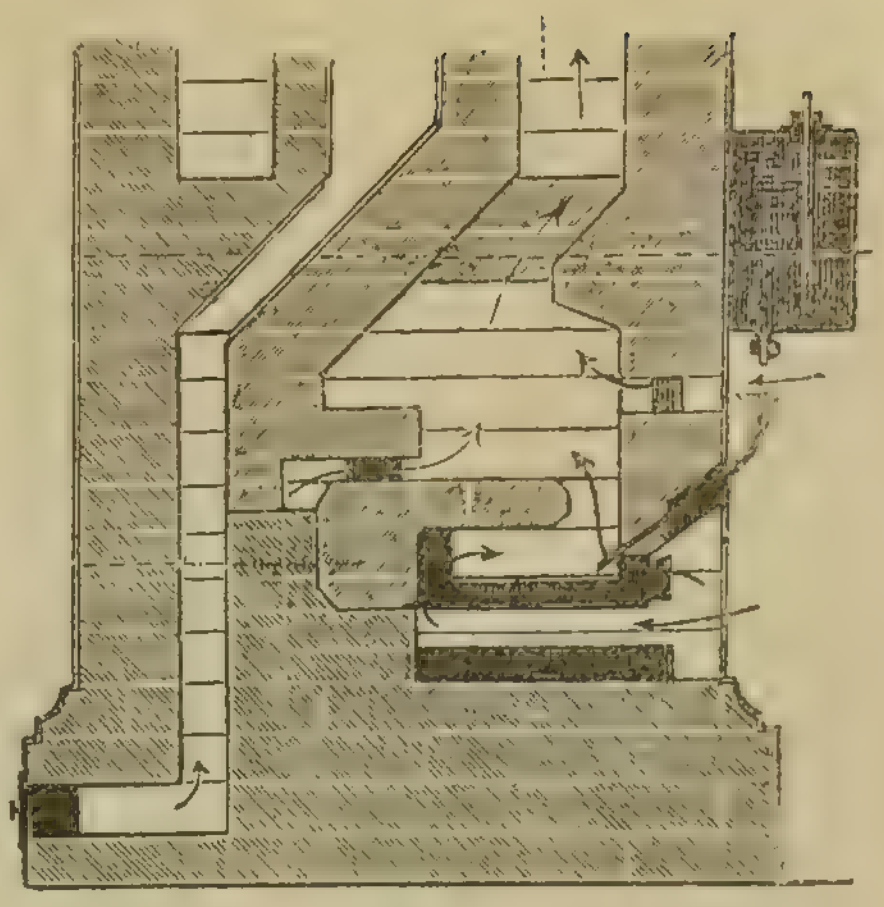


Рис. 60. Разрѣзъ комнатной печи Баскакова. Нефть изъ сосуда (справа, сверху) течетъ на чугунную сковороду, гдѣ и горитъ на счетъ воздуха, притекающаго чрезъ щели сзади сковороды, чрезъ рядъ отверстій спереди и чрезъ два (регулируемыя особыми задвижками) отверстія надъ сковородь, какъ показываютъ стрѣлки.

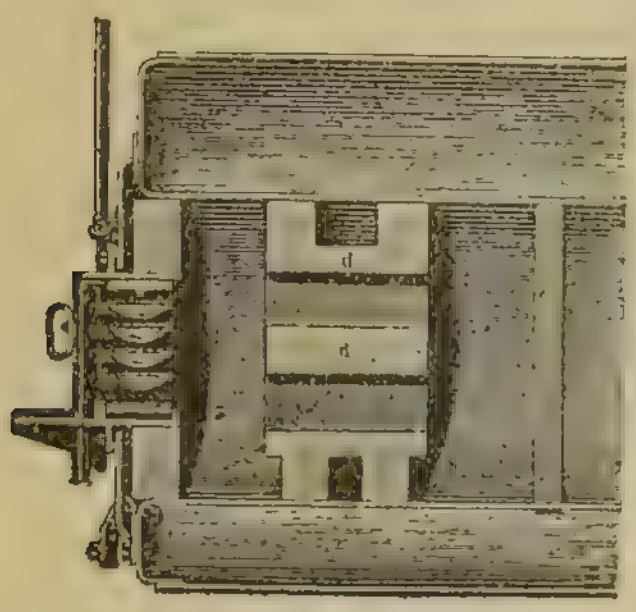


Рис. 58 и 59. Нефтяная топка (Нобеля) къ паровому котлу, разрѣзъ и видъ спереди. Нефть по трубкѣ сверху течетъ въ горизонтальные желоба, расположенные въ устьѣ топки, горитъ на счетъ воздуха, проходящаго между желобами, а избытокъ стекаетъ изъ нижняго желоба.

нефти и площадь отверстій, пропускающихъ воздухъ, можно регулировать топку до того, что она даетъ большой жаръ и не даетъ дыма—при условіи достаточности соотвѣтственнаго пространства для полнаго сгоранія и надлежащей тяги дымовой трубы.

Топки Баскакова назначаются прежде всего для комнатныхъ печей. Нефть изъ сосуда (рис. 60) съ маріоттовой трубкой (для постоянства давленія) течетъ на чугунную подвижную, четырегранную сковороду C (рис. 61), гдѣ и сожигается подъ вліяніемъ струй воздуха, идущихъ поверхъ сковороды сзади—изъ

температуры и полное горѣніе). Приборъ Нобеля (фиг. 58 и 59) представляетъ рядъ другъ надъ другомъ расположенныхъ желобковъ или полуцилиндровъ, по которымъ стекаетъ изъ резервуара нефть, такъ чтобы она была въ избыткѣ, и этотъ избытокъ собирается изъ нижняго желоба въ особый сборникъ. Такая рѣшетка изъ желобовъ ставится въ печную дверцу, и просвѣты между желобами служатъ для входа воздуха, перемѣшивающагося съ языками нефтянаго пламени. Измѣняя притокъ

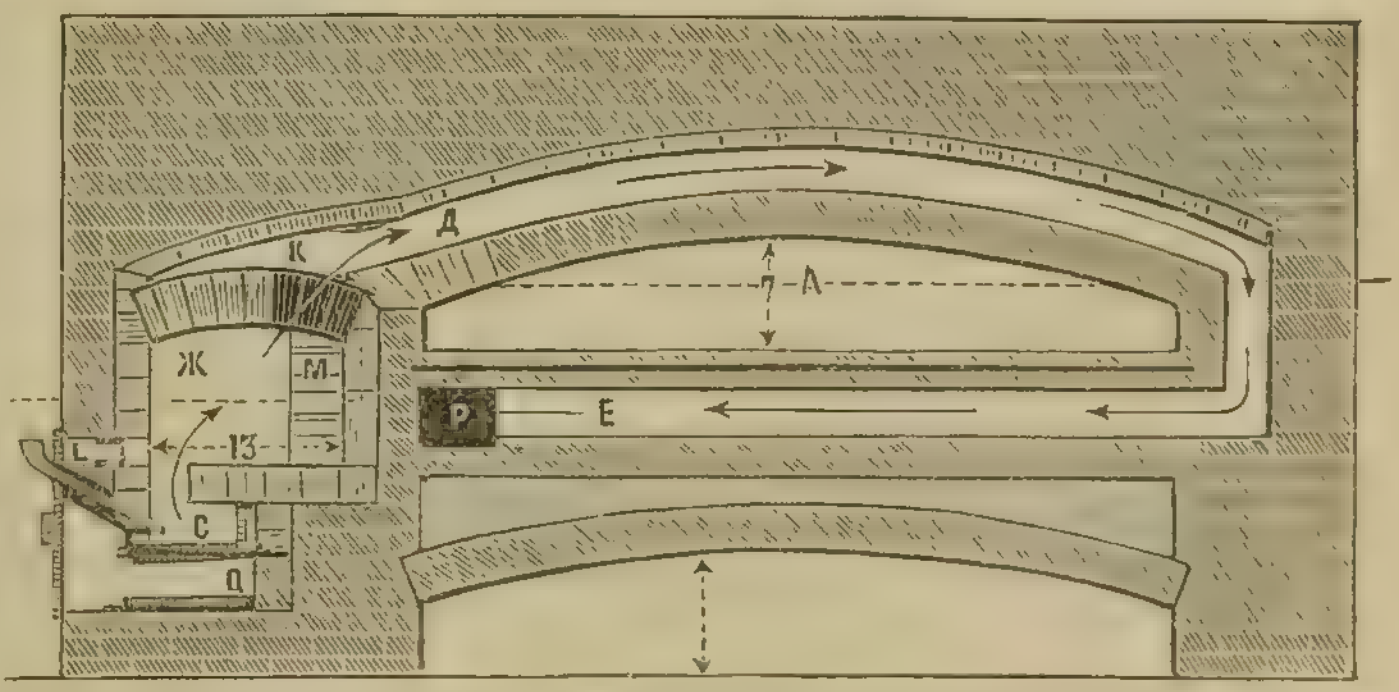


Рис. 61. Поперечный разрѣзъ хлѣбопекарной (муфельной) печи Баскакова, отапливаемой горящею нефтью. Объясненіе въ текстѣ. Чрезъ Р продукты горѣнія уходятъ въ трубу.

поддувала чрезъ щель, остающуюся между краемъ сковороды и заднею стѣнкою, и спереди чрезъ ряды зубцовъ, которыми кончается передній верхній край сковороды. Это уже обезпечиваетъ перемѣшиваніе пламени съ воздухомъ, а небольшое подвиганіе сковороды позволяетъ увеличивать или уменьшать притокъ воздуха, необходимый для бездымнаго горѣнія, которому много помогаетъ сводъ, находящійся тотчасъ надъ сковородою и видный на рисункѣ въ разрѣзѣ. Сверхъ того, полному горѣнію содѣйствуютъ регулируемыя задвижками отверстія (L на рис. 61), приводящія воздухъ въ пространство надъ сводомъ. Такъ какъ этотъ сводъ весь въ пламени, то онъ долженъ быть сложенъ изъ огнепостояннаго кирпича, а его накаливаніе содѣйствуетъ полнотѣ горѣнія и его бездымности. На рис. 61 изображенъ поперечный разрѣзъ муфельной хлѣбопекарной печи постояннаго дѣйствія, гдѣ *C* сковорода, *Ж* и *K* пламенное пространство, изъ котораго огонь раздѣляется на рядъ узкихъ каналовъ *Д*, *E*, охватывающихъ муфель *A*, въ который садятся хлѣбы. Въ 1895 г. проф. Харьковскаго Технологическаго Института Гемпліанъ, примѣнивъ топку г. Баскакова къ лабораторной печи, получилъ въ ней чрезъ 35 м. послѣ затопки 900°, а чрезъ $2^3/_4$ часа 1470°, сжигая въ часъ по пуду нефти. Такая же печь, сжигая въ 2 раза болѣе каменнаго угля, дала температуру не выше 1000°. Въ одномъ опытѣ съ нефтяною топкою Баскакова дымъ содержалъ 0,2% кислорода, 0,2% CO и 10% углекислаго газа, т. е. горѣніе совершалось почти безъ избытка воздуха, что съ твердымъ топливомъ недостижимо. Бездымность (послѣ растопки) также легко достигается, регулируя притоки воздуха, прорѣзывающаго пламя и съ нимъ хорошо смѣшивающагося.

Выше исчисленныя великія техническія достоинства нефтяныхъ остатковъ, какъ топлива, необходимо сопоставить съ хозяйственными соображеніями о цѣнности этого топлива по отношенію къ другимъ видамъ его. Судя по прямымъ опытамъ въ паровикахъ, 100 пуд. хорошаго кам. угля замѣнимы 60—75 пудами нефтяныхъ остатковъ и куб. саженью дровъ, слѣд. упрощеніе работы будетъ прямою выгодою, если 60—75 пуд. нефтяныхъ остатковъ можно купить за ту же цѣну, какъ 100 пуд. кам. угля или куб. саж. дровъ. Въ разныхъ мѣстахъ и условіяхъ эти цѣны будутъ, конечно, разныя. Такъ, напр., въ Петербургѣ куб. сажень дровъ стоитъ около 15 руб., а за 60—75 пуд. нефтяныхъ остатковъ надо заплатить нынѣ болѣе 18—22 р., а потому употреблять нефтяное топливо—экономіи ради—въ большинствѣ случаевъ не приходится. Въ Москвѣ же куб. сажень дровъ стоитъ болѣе 30 р., а 60—75 пуд. нефтяныхъ остатковъ можно получить за 14—20 р., вслѣдствіе чего примѣнять вообще выгодно. Разность цѣнъ Москвы и Петербурга опредѣляется только провозною платою, тоже и въ другихъ мѣстахъ, исходная же цѣна у насъ нефтяныхъ остатковъ донынѣ [16] опредѣляется исключительно цѣною «остатковъ» въ Баку, такъ какъ провозъ оттуда до Царицына на Волгѣ можетъ быть считаемъ измѣняющимся лишь въ предѣлахъ отъ 7 до 9 к. за пуд., а оттуда по Волгѣ можно считать за 1000 верстъ отъ 3 до 6 к. съ пуда, по желѣзнымъ же дорогамъ по $^1/_{80}$ коп. съ пуда и версты [17]. Эти цѣны колеблются незначительно и съ годами, вслѣдствіе усовершенствованій и соревнованія, обыкновенно падаютъ. Не то по отношенію къ цѣнамъ нефти и остатковъ; въ самомъ Баку существуютъ крупныя колебанія, напр., на остатки отъ 1 до 7 коп. за

[16] Въ недалекомъ будущемъ должно ждать появленія большой массы нефтяного топлива изъ окрестности Грозной (въ Терской области, по сю сторону Кавказа), гдѣ началась добыча большихъ колич. нефти. Это будетъ нѣкоторымъ регуляторомъ бакинскихъ цѣнъ, тѣмъ болѣе, что затѣвается отъ промысловъ нефтепроводъ къ устью Терека, т. е. избѣгается доставка до Каспійскаго моря по желѣзной дорогѣ и перегрузка.

[17] Къ стоимости нефт. остатковъ должно причислить обзаводство наливными вагонами для перевозки по желѣзнымъ дорогамъ и резервуарами для храненія запасовъ, что опредѣляется преимущественно тѣмъ, что вывозъ изъ Баку на Волгу производится лишь въ теченіе 7-ми лѣтнихъ мѣсяцевъ (не считая небольшого вывоза чрезъ Петровскъ). Расходы эти (ремонтъ, проценты и погашеніе капитала) на пудъ остатковъ все-же ложатся примѣрно въ 1 коп. Пароходы, наливаемые въ Баку, успѣваютъ въ навигацію совершить 40 рейсовъ къ устьямъ Волги.

пудъ, въ зависимости отъ спроса, цѣнъ сырой нефти и керосина, цѣнъ фрахта и т. п. (см. гл. о нефти). Такимъ образомъ оказывается, что нефтяное топливо съ выгодою распространяется до самой Москвы, гдѣ при цѣнѣ въ 25 даже 30 к. за пудъ еще есть разсчетъ отапливать остатками. На всемъ же пути отъ Баку до Москвы, гдѣ цѣны ниже, нефтяное топливо находитъ выгодный сбытъ для отопленія пароходовъ, локомотивовъ и многихъ фабрикъ и заводовъ; даже на Камѣ, гдѣ дрова дешевле, чѣмъ по Волгѣ, находятъ — даже до Перми — разсчетъ топить нефтью, ибо это топливо во всѣхъ отношеніяхъ совершеннѣйшее, а при дешевизнѣ — незамѣнимое. Такимъ образомъ ежегодно, не говоря о самомъ Баку, гдѣ на всю обработку нефти идутъ, какъ топливо, остатки, на Волгу вывозится въ годъ 120—160 милл. пудовъ этого топлива. Они замѣняютъ такимъ образомъ въ русск. промышл. около 180 — 200 милл. пуд. каменнаго угля. Но такой, нынѣ несомнѣнно выгодный, порядокъ нельзя считать навсегда твердо укрѣпившимся, главнымъ образомъ по тремъ причинамъ: 1) цѣны самой нефти, «остатковъ» и вообще нефтяного топлива должны рано или поздно возрастать уже потому, что даже столь обильное и удобно расположенное—бакинское мѣсторожденіе должно постепенно представлять все большія и большія трудности для полученія увеличивающихся массъ нефти; 2) переработка остатковъ въ болѣе цѣнные товары, чѣмъ простое топливо, должна развиваться, что должно уменьшать предложеніе, и 3) цѣнность каменнаго угля, по мѣрѣ увеличенія его добычи, паденія цѣнъ (%) на капиталы и развитія водной его доставки, должна падать, и к. уголь тогда во многихъ мѣстахъ будетъ выгоднѣе нефти для топокъ. Вообще, какъ драгоцѣнное и рѣдкое въ мірѣ топливо, нефть раціонально примѣнять лишь въ особо исключительныхъ обстоятельствахъ (напр., тамъ, гдѣ требуется очень высокая температура и чистое бездымное топливо, на военныхъ пароходахъ и т. п.), а нормальнымъ и обыденнымъ въ промышленности топливомъ она стала у насъ (у насъ однихъ, не въ Америкѣ, гдѣ добываютъ столько же нефти, сколько и у насъ, но не жгутъ массами, а передѣлываютъ) только вслѣдствіе случайнаго стеченія обстоятельствъ, что не можетъ долго продолжаться, а потому въ отношеніи топлива русская промышленность должна сосредоточить вниманіе на к. углѣ, на который опирается всемірная промышленность. Нефтяное же топливо должно дорожать и тогда станетъ выгодно примѣняться только въ особоисключительныхъ случаяхъ.

Но кромѣ простого сожиганія въ паровикахъ и другихъ фабрично-заводскихъ топкахъ, нефть, а особенно ея наиболѣе летучія части, т. е. бензинъ и керосинъ, имѣетъ большое значеніе — кромѣ освѣщенія — для нагрѣванія въ домашнемъ быту и для сожиганія въ керосиновыхъ и бензиновыхъ двигателяхъ [18].

---

[18] По моему мнѣнію, раціональнѣйшій (и безопаснѣйшій) способъ пользованія исключительными природными богатствами нефтью, подобными кавказскимъ, долженъ быть слѣдующій: 1) бензинъ и другія легчайшія части нефти должны идти для химич. цѣлей (экстрагированія, вывода пятенъ и т. п.), а сожигаться только на крупныхъ заводахъ, напр. для карбурированія газа, большихъ двигателей и т. п., такъ какъ домашнее употребленіе бензина въ лампахъ очень огнеопасно; 2) легкій керосинъ, подобный нынѣшнему американскому (уд. в. около 0,8), также очень огнеопасный для ламповаго примѣненія, слѣдуетъ примѣнять въ керосиновыхъ двигателяхъ, которые годъ отъ года совершенствуются и представляютъ превосходныя формы двигателей, начиная отъ мелкихъ (для экипажей, мастерскихъ и т. п.) до крупнѣйшихъ, при которыхъ избѣгаются паровики и получается возможность борьбы съ капиталистическою предпріимчивостью, нерѣдко основанною (напр. въ ткацкомъ, машинодѣлательномъ, бумажномъ и т. п. производствахъ) на пользованіи сосредоточенными сильными паровыми машинами; 3) тяжелые сорта керосина и всякія промежуточныя масла (уд. вѣса отъ 0,8 до 0,9) слѣдуетъ распространять, какъ безопасныя въ отношеніи пожаровъ, для домашняго употребленія какъ при освѣщеніи, такъ и при нагрѣваніи — въ особыхъ для того приноровленныхъ лампахъ; 4) смазочныя масла и вазелинъ слѣдуетъ извлекать изъ нефти для обширнаго примѣненія при смазкѣ машинъ, для парфюмеріи и т. п. цѣлей; 5) всякіе отбросы и остатки отъ очищенія предшествующихъ продуктовъ слѣдуетъ пустить, какъ цѣнное во многихъ случаяхъ топливо. При такомъ распредѣленіи нефтяныхъ товаровъ утилизація будетъ много лучшею, чѣмъ нынѣ, и нефтяные запасы сослужатъ такую службу, которую одни (по дешевизнѣ) они могутъ выполнять. Замѣну же к. угля нефтью должно считать явнымъ хищническимъ расточеніемъ рѣдкаго дара природы.

Керосиновыя кухни и грѣлки всякаго рода (до самоваровъ включительно) уже всюду нашли свое приложеніе, основанное на чистотѣ и удобствахъ ихъ примѣненія въ домашнемъ обиходѣ, а керосиновые (и бензиновые) двигатели, устроенные подобно газовымъ и основанные на взрывѣ смѣси съ воздухомъ, представляютъ возможность имѣть всякаго размѣра превосходныя двигательныя машины тамъ, гдѣ нѣтъ свѣтильнаго газа и нѣтъ выгодъ и удобствъ заводить паровики, тѣмъ болѣе, что пользованіе теплотою горѣнія, какъ показываетъ опытъ, въ двигателяхъ этого рода болѣе полно, чѣмъ въ паровыхъ машинахъ. Но мы не станемъ останавливаться надъ этими двумя видами примѣненія нефтяныхъ продуктовъ къ отопленію, такъ какъ предметы этого рода не входятъ въ кругъ—и безъ того большой—прямыхъ задачъ этого сочиненія, но ихъ значеніе, навѣрное, съ теченіемъ времени станетъ возрастать. Явившись въ промышленномъ мірѣ всего 40 лѣтъ тому назадъ, нефть постепенно завоевываетъ себѣ все болѣе и болѣе областей и какъ топливо имѣетъ высокое достоинство. Въ Россіи оно получило свое значеніе, Россія обладаетъ изобильнѣйшими запасами нефти, а потому естественно намъ слѣдуетъ и далѣе до конца разработывать эту отрасль промышленности. По этой причинѣ въ особой главѣ я предполагаю подробнѣе разсмотрѣть вопросы, касающіеся нефти.

§ 18. Тамъ, гдѣ находятъ въ землѣ нефть, всегда выдѣляются и горючіе газы [1]; они всегда растворены въ нефти; фонтаны нефти обязаны своимъ происхожденіемъ упругости этихъ растворенныхъ газовъ, а потому какъ въ Баку и др. мѣстностяхъ Кавказа, такъ и въ С.-А. С. Штатахъ въ нефтяныхъ мѣстностяхъ замѣчаются естественные выходы природнаго горючаго газа. Еще древнимъ грекамъ были извѣстны тѣ горючіе газы окрестностей Баку, на которыхъ индійскіе и персидскіе огнепоклонники построили (нынѣ опустѣвшій) свой храмъ съ вѣчными огнями — въ Сураханахъ, верстъ 17 отъ Баку, гдѣ прямо изъ моря въ одномъ мѣстѣ вырываются пузыри такого же газа. На этомъ газѣ уже въ 60-хъ годахъ построенъ былъ (Кокоревымъ) первый русскій керосиновый заводъ, а затѣмъ ихъ стали примѣнять и для выжиганія извести, проводя куда надо выходящій изъ щелей почвы газъ по глиняннымъ каналамъ или трубами. Подобное промышленное пользованіе природнымъ газомъ особенно сильно развилось съ 80-хъ годовъ въ С.-А. С. Штатахъ, когда оказалось, что многія буровыя скважины, вырытыя для полученія нефти, ея не дали, а выдѣляютъ громадныя массы горючаго газа [2]. Его нашли выгоднымъ проводить по трубамъ не только въ ближайшіе города для домашняго освѣщенія и топки, но и за многіе десятки верстъ по системѣ трубъ на металлургическіе заводы, особенно въ Питсбургѣ, такъ какъ такой газъ оказался дающимъ высокія температуры и не требовалъ для топокъ никакого ухода, кромѣ разъ установленнаго достаточнаго для полнаго горѣнія

---

[1] Связь эта очевидно не случайна, единовременность происхожденія или взаимная здѣсь связь несомнѣнны. Выставляя предположеніе о происхожденіи нефти изъ углеродистаго желѣза глубокихъ слоевъ земли (см. мое сочиненіе «Нефтяная промышленность Пенсильваніи и Кавказа» 1878 г. и мои «Основы химіи»), я исходилъ изъ того факта, что углеродистое желѣзо, судя по опыту, даетъ какъ газы, сходные съ нефтяными, такъ и жидкіе продукты, вполнѣ напоминающіе нефть. А когда предполагаютъ, что нефть есть продуктъ распаденія какихъ-то организмовъ (одни думаютъ животныхъ, другіе растительныхъ), то его уподобляютъ сухой перегонкѣ орг. веществъ, которая даетъ и газы, и жидкости, отчасти сходныя съ нефтяными (только при этомъ надо бы ждать и угольнаго остатка, но его нѣтъ въ тѣхъ древнихъ слояхъ, гдѣ часто находится нефть, а ея опусканія внизъ изъ болѣе новыхъ слоевъ — ждать нельзя, ибо она легче воды), а потому общность ихъ происхожденія признается всегда.

[2] Нѣкоторыя скважины цѣлые годы давали непрерывно огромныя массы газа, до 800000 куб. метр. въ сутки. Въ Питсбургѣ ежедневно еще недавно жгли столько природнаго газа, что его тепло отвѣчало *дневному* потребленію 2-хъ милліоновъ пудовъ каменнаго угля. Но слѣдуетъ замѣтить, что давленіе газа и его выходъ съ теченіемъ годовъ падаютъ, что отвѣчаетъ истощенію слоевъ земли нефтью и газами, въ ней растворенными, запертыми, до прорытія скважинъ, въ непроницаемые (глинистые) слои земли.

притока воздуха. Составъ такого природнаго газа оправдываетъ высокое его значеніе для топки, такъ какъ въ немъ содержится, судя по многимъ анализамъ бакинскаго и американскаго газа, по объему отъ 60 до 80% болотнаго газа, отъ 10 до 30 об. водорода, отъ 2 до 10 об. другихъ углеводородовъ (въ бакинскомъ газѣ ихъ почти нѣтъ), отъ 2 до 4 об. азота и отъ 0 до 2 об. углекислаго газа. Средній составъ природнаго газа можно принять (плотность по воздуху около 0,51):

Природный газъ, %.	По объему.	По вѣсу.
Болотнаго газа CH^4.	70	77,0
Водорода H^2 . . .	20	2,7
Другихъ углеводор.?		
C^2H^4?	6	11,5
Азота N^2	3	5,8
Углекислаго газа CO^2	1	3,0

Этотъ составъ показываетъ, что куб. метръ газа при 0° и 760 мм. вѣситъ около 654 грам. и даетъ при сгораніи около 8180 килограм. ед. тепла, или Q (для 1 грамма) около=12680 грам. ед. т., а когда вода въ парахъ Q′=Q—6aq= =около 11340, т. е. больше, чѣмъ для нефти, и на мѣсто 100 пуд. к. угля (Q′=7500) надо сжечь меньше 66 пуд. этого газа или менѣе 1680 куб. метровъ газа.

Съ такимъ природнымъ газомъ очень сходны по составу и свойствамъ газы, выдѣляющіеся при сухой перегонкѣ каменныхъ углей, дерева, торфа и т. п. Для примѣра приводимъ составъ — въ объемныхъ процентахъ — трехъ видовъ подобнаго газа:

Объемный %.	Газъ коксовыхъ печей (Отто).	Свѣтильный каменноуг. газъ.	Почищен. газъ изъ дерева.
Болотнаго газа.	35,7	37—44	16—28
Водорода . . .	52,7	50—40	20—40
Друг. углевод.	2,2	4—10	5— 9
Окиспуглерода	6,4	2— 7	14—25
Углекисл. газа.	1,4	0— 2	15—25
Кислор., азота, паровъ воды, H^2S и SO^2 .	1,6	3—11	1— 2

Непосредственно для промышленнаго отопленія такіе газы нынѣ не изготовляются [3] и примѣняются прямо въ топку только тамъ, гдѣ образуются побочно, напр., при коксованіи и сухой перегонкѣ дерева и др. растительныхъ веществъ. Однако, свѣтильный газъ всякій (изъ к. углей, дерева, нефти, отбросовъ, жировъ и т. п.), готовящійся въ большихъ количествахъ, идетъ не только для освѣщенія [4], но и для нагрѣванія какъ въ лабораторіяхъ, такъ и въ домашнемъ быту и, что еще болѣе важно въ промышленномъ отношеніи, примѣняется для газовыхъ двигателей, гдѣ играетъ прямо роль топлива [5]. По отношенію къ теплопроизводительности такихъ газовъ должно замѣтить, что чѣмъ въ нихъ болѣе водородъ замѣщаетъ углеводороды (CH^4 и др.), тѣмъ теплопроизводительность одной вѣсовой части становится больше, но зато теплопроизводительность одного объема уменьшается (такъ какъ одинъ объемъ

---

[3] Мнѣ кажется, однако, что во многихъ случаяхъ было бы выгодно такъ организовать на металлургическ. заводахъ полученіе кокса и древеснаго (или торфянаго) угля, чтобы пользоваться на томъ же заводѣ не только обугленнымъ топливомъ (напр. для выплавки чугуна или для его отливки), но и образующимся газомъ, такъ какъ съ одной стороны для обугливанія, хорошо обставленнаго въ печахъ, подобныхъ новымъ коксовымъ (§ 15), требуется только часть выдѣляющагося газа, а съ другой стороны, газъ можетъ давать высокія температуры и примѣняться, напр., для передѣлки чугуна въ сталь по способу Мартена или въ сварочныхъ печахъ. Несомнѣнно, что напр. для желѣзныхъ заводовъ Донецкой области такой способъ былъ бы выгоденъ (не говоря уже о выгодахъ отъ дегтя и амміака). При переработкѣ нефти до конца (до вазелина) тоже выгодно собирать и примѣнять происходящіе при этомъ газы. Газы доменныхъ печей (гл. 3) отвѣчаютъ уже воздушному газу (§ 19).

[4] Но и въ освѣщеніи, благодаря карбурированію и открытію калильныхъ горѣлокъ Ауэра, должно нынѣ предпочитать газъ, дающій высшую температуру (т. е. болѣе богатый горючими началами), тому, который даетъ самъ по себѣ наиболѣе свѣтящееся пламя (т. е. богатому тяжелыми углеводородами). Это дастъ новое направленіе добычѣ свѣтильнаго газа, какъ будетъ развито въ особой главѣ при разсмотрѣніи производства свѣтильнаго газа.

[5] Газовые взрывы, служащіе основаніемъ для керосиновыхъ и газовыхъ двигателей, служили предметомъ многихъ тщательныхъ изслѣдованій, особенно со стороны относительной пропорціи воздуха (или кислорода) и газа, необходимой для взрыва, и со стороны получаемыхъ при взрывѣ давленія и температуры. Такъ какъ предметы эти имѣютъ большое техническое значеніе и рѣдко излагаются, то считаю не излишнимъ сообщить сущность полученныхъ результатовъ въ отношеніи къ пропорціи между воздухомъ и газомъ.

водорода даетъ, сгорая, тепла въ 3 раза менѣе, чѣмъ одинъ объемъ болотнаго газа и др. углеводородовъ, § 8). Съ другой стороны (§ 9), жаропроизводительность водорода выше, чѣмъ болотнаго газа, а потому газы, богатые водородомъ, сгорая, даютъ высшую температуру, чѣмъ подобные же газы, богатые болотнымъ газомъ.

Сколь ни примѣчательны по своей нагрѣвательной способности природные газы и тѣ, которые получаются при сухой перегонкѣ, однако они, по понятнымъ причинамъ, не могутъ имѣть широкаго и общаго промышленнаго значенія и не могутъ отвѣчать основной задачѣ: превращенія топлива въ газообразный видъ, представляющій важныя преимущества какъ потому, что газообразное топливо совершенно смѣшивается съ воздухомъ и горитъ безъ его избытка, такъ и потому, что горящіе газы легко могутъ давать наивысшую температуру. Важное промышленное значеніе имѣютъ въ этомъ смыслѣ лишь два вида горючихъ газовъ, описываемые въ слѣдующемъ параграфѣ. Это, во-первыхъ, воздушный (генераторный) газъ, а, во-вторыхъ, водяной, къ описанію которыхъ теперь и перейдемъ.

Смѣси горючихъ газовъ (H^2, CO, CH^4 и т. п.) съ воздухомъ (какъ и съ кислородомъ, N^2O, Cl^2 и др.) только тогда (при обык. температурѣ) взрываютъ или горятъ всею массою, передавая горѣніе отъ одной части къ другой, будучи зажжены (то есть въ одной точкѣ накалены до надлежащей — для начала горѣнія — температуры, что достигается электр. искрой, накаливаніемъ проволокою, зажигательнымъ стекломъ, прямо огнемъ и т. п.), когда въ этихъ смѣсяхъ соблюдены нѣкоторыя предѣльныя отношенія. Будетъ ли избытокъ воздуха (т. е. малое содержаніе горючаго газа) или горящаго газа (т. е. мало воздуха; въ свѣтильномъ газѣ всегда есть небольшая подмѣсь воздуха, а онъ самъ по себѣ взрыва не даетъ) — взрыва при зажиганіи не будетъ. Такъ, напримѣръ, для смѣси свѣтильнаго или рудничнаго (каменноугольнаго) газа съ воздухомъ взрывъ совершается только при содержаніи перваго отъ 6 до 25% по объему (Дэви, Кларкъ). Причина отчасти понятна: всякій избытокъ газа, не входящаго въ реакцію, понижаетъ температуру и не зажигаетъ сосѣднюю часть. Считая въ свѣтильномъ газѣ по объему 50% H^2 и 50% CH^4 (такая пропорція взята только для простоты разсчета), получимъ, что для полнаго горѣнія 100 об. его необходимо 225 об. кислорода или около 1075 об. воздуха, что отвѣчаетъ около 8,5% по объему

§ 19. Уголь, очень сильно накаленный съ продуктами полнаго горѣнія, то есть съ углекислымъ газомъ и водою, отнимаетъ отъ нихъ кислородъ и даетъ горючую, газообразную окись углерода, по уравненіямъ:

$$CO^2 + C = CO + CO$$

углекисл. газъ. — окись углерода.

$$H^2O + C = H^2 + CO.$$

пары воды. — водородъ и окись углерода.

Въ обоихъ этихъ превращеніяхъ существуетъ полное практическое и теоретическое сходство, особенно если представить воду въ парообразномъ состояніи, какъ это и должно быть, такъ какъ реакція совершается только при сильномъ накаливаніи. Берется, значитъ, накаленный уголь, и чрезъ длинный его слой пропускается или углекислый газъ, или водяной паръ. Въ обоихъ случаяхъ уголь переходитъ въ газообразное горючее соединеніе—окись углерода, и въ обоихъ случаяхъ на данное количество угля реагируетъ одинаковый объемъ CO^2 или паровъ H^2O, и происходитъ вдвое большій объемъ газовъ, тѣмъ свидѣтельствуя переходъ угля въ газообразный видъ. И въ обоихъ случаяхъ реакція сопровождается поглощеніемъ тепла, то есть продукты реакціи, сгорая, выдѣляютъ больше тепла, чѣмъ уголь, участвующій въ реакціи. Если реагируетъ 1 гр. угля, то происходитъ въ первой реакціи $2^1/_3 + 2^1/_3$ гр. окиси углерода, всего $4^2/_3$ гр., а такъ какъ 1 гр. CO, сгорая, даетъ 2436 ед. тепла, то вся происшедшая окись углерода, сгорая, даетъ 11368 ед. тепла, уголь же, во-

---

свѣтильнаго газа. Взрывъ при этой пропорціи и происходитъ, а при содержаніи менѣе 6 или болѣе 25% не передается. Наиболѣе широкій предѣлъ пропорцій, допускающихъ взрывъ, даетъ ацетиленъ, п. ч. онъ даетъ высшую температуру (Стр. 100). Смотря по условіямъ (спокойный или движущійся газъ, смѣшанный съ избыткомъ какого-либо другого газа, въ прикосновеніи съ металлами или стекломъ, фарфоромъ и т. п.), взрывчатыя газовыя смѣси воспламеняются при разныхъ начальныхъ температурахъ. В. Мейеръ (1893) нашелъ въ обычныхъ условіяхъ температуры взрыва: для водорода 530—670°, когда гремучій газъ въ покоѣ, а когда въ движеніи 650—730°, для CO отъ 650 до 730°, для CH^4 отъ 650 до 678°, для C^2H^4 680°, C^2H^2 511°.

шедшій въ газъ, даетъ только 8100 ед. т., слѣдовательно въ первой реакціи поглощается 3268 ед. тепла на каждый граммъ угля. Во второй реакціи на 1 гр. угля происходитъ $^1/_6$ гр. водорода $+ 2^1/_3$ гр. окиси углерода, а они, сгорая, даютъ, $34500/6 + 2^1/_3$. $2436 = 11434$ ед. теп., слѣд. во второй реакціи поглощается почти то же колич. тепла, а именно 3334 ед. т. на 1 гр. угля, превращающагося въ горючій газъ [1]. Это какъ бы указываетъ на то, что скрытое тепло перехода въ газъ 1 части угля близко 3300 ед. тепла [2]. Въ тоже время это показываетъ, что сбѣ реакціи, поглощая теплоту, могутъ совершаться только при накаливаніи извнѣ, а сами собой идти не могутъ, то есть, что происходящіе при реакціи газы заключаютъ (магазинируютъ) въ себѣ тепло не только того угля, который участвуетъ въ *указанныхъ* реакціяхъ, но и нѣкотораго иного, добавленнаго топлива или др. источника тепла.

Эта химическая сущность составляетъ основаніе двухъ способовъ для полученія въ промышленности изъ твердыхъ видовъ топлива горючихъ газовъ, и притомъ первая изъ написанныхъ реакцій отвѣчаетъ образованію воздушнаго или генераторнаго газа, а вторая водяного. При всемъ ихъ сходствѣ, въ практическихъ пріемахъ въ обоихъ случаяхъ существуетъ большая разница [3]: для полученія водяного газа надо уголь накалить какимъ-либо особымъ способомъ, и только тогда пропускать чрезъ него водяной паръ для образованія водяного газа, для полученія же воздушнаго газа достаточно имѣть большой слой зажженнаго угля, чрезъ который протекаетъ воздухъ въ количествѣ половинномъ противу необходимаго для полнаго горѣнія (§ 7); тогда въ нижнихъ слояхъ уголь даетъ углекислый газъ, а въ верхнихъ онъ превращается въ окись углерода, что совершается на счетъ тепла, выдѣлившагося въ нижнемъ слоѣ, и въ результатѣ получается горючая смѣсь азота воздуха съ окисью углерода. Очевидно, что производство воздушнаго газа много проще, чѣмъ водяного, а потому первый и распространился въ промышленности весьма сильно, а второй лишь понемногу пробиваетъ себѣ дорогу въ приложеніяхъ для топокъ, хотя распространяется для освѣщенія (послѣ карбурированія и т. п., см. гл. о свѣт. газѣ). А для того, чтобы разобраться въ ихъ взаимномъ отношеніи, мы, прежде чѣмъ говорить о практическихъ пріемахъ и результатахъ полученія, разсмотримъ предѣльныя ихъ отношенія, предполагая — чего не можетъ быть въ практикѣ,—что для ихъ полученія взятъ совершенно чистый уголь и реакція образованія обоихъ газовъ выполнена въ совершенствѣ и газы затѣмъ охлаждены, а на затраты начальнаго устройства, весьма различныя въ обоихъ случаяхъ, вовсе не станемъ обращать вниманія. Начнемъ съ водяного газа, потому что здѣсь дѣло проще. Но и оно усложняется тѣмъ обстоятельствомъ, что для реакціи $H^2O + C = H^2 + CO$ требуется большой калильный жаръ, около 1000°, при низшихъ же температурахъ происходитъ болѣе или менѣе углекислоты и водорода по уравненію: $2H^2O + C = 2H^2 + CO^2$; очевидно,

---

[1] Выводъ получится тотъ же, если возьмемъ воду въ газообразномъ видѣ, потому что насколько уменьшится теплота горѣнія водорода (отъ перехода ея въ газообр. состояніе), на столько же надо уменьшить и теплоту горѣнія угля, ибо онъ реагируетъ съ водою, которая должна, испаряясь, поглотить тепло.

[2] Уголь, превращаясь въ газъ CO, не просто долженъ испариться, а еще долженъ деполимеризоваться или подвергнуться дезаггрегаціи въ химическомъ смыслѣ, такъ какъ все, что мы знаемъ объ углѣ (см. Основы химіи), заставляетъ считать его частицу содержащею много атомовъ C^n.

Сущность того, что здѣсь утверждается, сводится къ предположенію, весьма вѣроятному, хотя и невозможному для опытной провѣрки, а именно: если бы уголь былъ въ парообразномъ состояніи и его атомное количество занимало такой же объемъ, какъ объемъ частицъ CO^2 или H^2O, то обѣ написанныя реакціи не сопровождались бы поглощеніемъ тепла, и атомное количество угля, сгорая, выдѣляло бы вдвое болѣе тепла, чѣмъ частица окиси углерода, то-есть 1 вѣсовая часть газообразнаго угля выдѣляла бы тогда около 11400 ед. тепла ($= 8100 + 3300$).

[3] Разности этой вовсе бы не было, если бы для первой реакціи брали готовый CO^2 (какъ для второй берется готовый паръ воды), напр. выдѣляющійся мѣстами изъ земли или отдѣляющійся при броженіи, накаливаніи $CaCO^3$ и т. п., берется же здѣсь прямо уголь и сожигается въ недостаточномъ для полнаго горѣнія количествѣ воздуха.

что и водяные пары должны быть нагрѣты, какъ уголь, до 1000°, иначе они его охладятъ (охлажденіе произойдетъ и безъ того, п. ч., какъ мы видѣли, при реакціи тепло поглощается), а потому все то тепло, которое затрачивается для предварительнаго нагрѣванія воды и угля до 1000°, надо считать теряющимся при образованіи водяного газа. А затратить приходится на каждый 1 граммъ угля, по крайней мѣрѣ, 2300 ед. тепла [4], слѣд., превращая 1 гр. угля въ водяной газъ, приходится побочно расходовать на предвар. нагрѣваніе по крайней мѣрѣ еще $^1/_2$ гр. угля (въ дѣйствительности гораздо болѣе). Газъ же, происходящій при реакціи, въ которой участвуетъ 1 гр. угля, будетъ вѣсить (2+28)/12 или 2,5 гр. Въ немъ по объему будетъ содержаться 50% водорода и 50% окиси углерода, слѣд. по вѣсу 6,7% водорода и 93,3% окиси углер., то-есть на 1 гр. реагировавшаго угля 0,1675 гр. водорода и 2,3325 гр. окиси углерода. Они, вполнѣ сгорая, разовьютъ 5779+5682 или около 11460 ед. тепла (слѣд. Q=4584 для 1 гр. водяного газа, считая происход. воду жидкою, а если она въ парахъ Q'=4222), а если происходящая вода останется въ видѣ паровъ (какъ это и будетъ въ топкѣ), около 10500 ед. тепла (въ дѣйствительности, конечно, меньше) [5]. А такъ какъ для побочнаго предварительнаго нагрѣванія идетъ по кр. мѣрѣ 0,5 гр. угля, то, присчитывая его, можно принимать, что на 1 гр. израсходованнаго угля получается въ видѣ водяного газа топливо, дающее около 7000 ед. тепла. Реакцію образованія воздушнаго газа прямо изъ угля и воздуха должно представить, въ параллель съ предшествующей, такъ: $C + O = CO$, и побочнаго расхода топлива здѣсь нѣтъ. Слѣдовательно, на 1 гр. употребленнаго угля здѣсь образуется 28/12 или $2^1/_3$ гр. окиси углерода, которая, сгорая, послѣ охлажденія даетъ $2^1/_3 . 2436 = 5684$ ед. тепла. Отсюда очевидно, что водяной газъ представляетъ лучшую, чѣмъ воздушный газъ, утилизацію теплоты угля. Если же разсчесть степень жара, доставляемаго горѣніемъ обоихъ газовъ, то преимущество водяного газа станетъ еще болѣе очевиднымъ. Но для этого предварительно надо разсчесть предѣльный составъ воздушнаго газа, для чего (чтобы упростить разсчетъ) примемъ, что воздухъ содержитъ 23% по вѣсу кислорода и 77% азота, слѣд. на 1 гр. пореагировавшаго угля пойдетъ $1^1/_3$ гр. кислорода и 4,463 гр. азота или 5,8 гр. воздуха и къ $2^1/_3$ гр. окиси углерода прибавится около 4,46 гр. азота, т. е. въ предѣлѣ воздушный газъ будетъ содержать по вѣсу около 34,3% окиси углерода и 65,7% азота (по объему будетъ тотъ же составъ, п. ч. плотности обоихъ газовъ одинаковы). Разсчитывая по способу, данному въ § 9, получаемъ для такого воздушнаго газа жаропроизводительность, W, близкую къ 1460° [6]. А такъ какъ водяной газъ содержитъ

---

[4] По уравненію $H^2O + C = H^2 + CO$ реагируетъ 18 гр. водяного пара съ 12 гр. угля, т. е. на 1 гр. угля 1,5 гр. воды. Считая сред. теплоемкость (отъ 0° до 1000°) угля = 0,4, получимъ для 1 гр. угля расходъ около 400 ед. тепла. На испареніе 1,5 гр. воды надо около 1000 ед. тепла, а считая сред. теплоемк. водяныхъ паровъ (§ 9) до 1000° = 0,62, для ихъ нагрѣванія около 930 ед. тепла, что въ суммѣ и даетъ наименьшій неизбѣжный расходъ тепла около 2300 ед. тепла.

[5] Реакція $C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2$ отвѣчаетъ на 1 гр. реагирующаго угля почти такое же Q, но Q' немного меньше [22], п. ч. тогда воды при горѣніи образуется болѣе. На первый разъ кажется поэтому, что безразлично—образуется ли CO или CO^2, но въ дѣйствительности въ послѣднемъ случаѣ или надо удалить CO^2 (напр. известью), или получается большая подмѣсь CO^2, газъ худо горитъ и развиваетъ низкую температуру, т. е. становится менѣе пригоднымъ для топлива, чѣмъ смѣсь однихъ: $H^2 + CO$. Тѣмъ не менѣе я полагаю, что реакцію $C + 2H^2O$ слѣдовало бы болѣе изучить, чѣмъ это сдѣлано донынѣ. Вѣроятно она окажется очень пригодною для полученія газообразнаго топлива, тѣмъ болѣе, что избытокъ CO^2 можно удалять избыткомъ воды съ неб. колич. извести, а нѣкоторое колич. CO^2 не окажетъ большого вліянія.

[6] Такъ какъ на 1 гр. газа надо 0,196 гр. кислорода, съ которымъ пойдетъ 0,656 гр. азота, слѣд. въ продуктахъ полнаго горѣнія будетъ 0,539 гр. (a_1) углекислаго газа и 1,313 гр. (a_3) азота, а потому W [0,539 (0,189 + + 0.000095W) + 1,313(0,239 + 0,00005W)] = = 2436.0,343, откуда W = около 1460°. Замѣчу здѣсь, что для воздушнаго газа, не принимая перемѣну теплоемкости, обыкновенно высчитывали темпер. горѣнія около 1950°. Но наше число гораздо ближе къ даннымъ опыта, п. ч. на холодномъ (безъ регенераціи) воздушномъ газѣ платина не плавится, тогда какъ при нагрѣвѣ воздуха плавится.

около 6,7 вѣсовыхъ % водорода и 93,3 окиси углерода, то для него вычисляется [7] предѣльное W около 1880°, т. е. гораздо болѣе, чѣмъ для воздушнаго газа, и даже немного болѣе, чѣмъ для чистаго водорода (1827°). У водяного газа есть и еще одно очень важное [8] преимущество, зависящее отъ отсутствія въ немъ азота. При 0° и 760 мм. 1 куб. метръ этого газа вѣситъ 672 гр. (по воздуху плотн. = 0,52), слѣд. можетъ дать около 2837000 ед. тепла (или 2837 килограммовыхъ е. т.), тогда какъ 1 куб. метръ воздушнаго газа (разочтеннаго выше состава) вѣситъ 1256 гр. (плотность по воздуху около 0,962), слѣд. при горѣніи дастъ 1256.835,5 = =1049000 ед. т. (или 1049 килогр. ед. тепла), т. е. при равныхъ объемахъ почти въ три раза менѣе грѣетъ и требуетъ объемистыхъ трубъ для своего провода [9]. Эти немаловажныя преимущества водяного газа привлекли къ нему лѣтъ 20 тому назадъ общее вниманіе, ему даже придали характерное названіе «газа будущаго» [10], множество инженеровъ обратилось (особенно въ Америкѣ и Германіи) къ отысканію способовъ его удобнаго производства, стали строить заводы для его приготовленія, пробовали употреблять на мѣсто воздушнаго газа для заводскихъ топокъ — и кончили тѣмъ, что повсюду *для отопленія* отдали практическое предпочтеніе воздушному газу по чрезвычайной простотѣ и вѣрности его производства и даже по выгодности примѣненія. Основная причина того, что водяной газъ не удовлетворилъ возлагавшимся на него надеждамъ и его перестали пробовать примѣнять на заводахъ (вмѣсто воздушнаго газа), состоитъ въ слѣдующемъ: уголь, назначенный для реакціи, надо сперва сильно (примѣрно до 1000°) накалить, а для этого пропускать чрезъ него воздухъ (т. е. получать воздушный газъ)—иначе въ водяномъ газѣ будетъ много углекислоты; въ то же время надо накаливать (сильно прогрѣвать) водяные пары и ихъ пропускать чрезъ накаленный уголь, замѣняя проходившій воздухъ, такъ что въ одномъ и томъ же генераторѣ происходятъ оба газа и ихъ надо отдѣльно собирать, причемъ нельзя избѣжать ни взаимнаго смѣшенія, ни накопленія побочно образующейся массы воздушнаго газа, которому надо находить свое мѣстное потребленіе [11], если требуется готовить только водяной газъ [12]. Все это очень сложно и требуетъ очень тщательнаго присмотра. Притомъ для сколько-либо выгоднаго приготовленія водяного газа требуется очень богатое углеродомъ топливо (коксъ, антрацитъ), тогда какъ воздушный газъ весьма выгодно готовится изъ самыхъ

[7]. Для водяного газа $a_1 = 1{,}466, a_2 = 0{,}603$ и $a_3 = 3{,}579.Q' = 4222$ (§ 9).

[8] Содержаніе тепла въ куб. метрѣ газа имѣетъ значеніе при далекомъ проводѣ газа къ печамъ.

[9] Но зато объемъ воздуха, нужнаго для горѣнія, здѣсь меньше, считая на 1 вѣса или объема водяного газа. 1 гр. воздушнаго газа требуетъ 0,85 гр. воздуха, а для водяного надо 4,65 гр. воздуха. На 100 об. воздушнаго газа требуется для полнаго горѣнія около 82 об. воздуха, а для водяного около 245 об. Но при сравненіи колич. происходящаго тепла разность эта исчезаетъ. 1 гр. воздуш. газа даетъ 835 ед. т., расходуя 0,85 гр. воздуха, слѣд. на 1000 ед. тепла идетъ около 1,2 гр. воздуха, а 1 гр. водяного газа даетъ 4222 гр. тепла, требуя 4,65 гр. воздуха, слѣд. на 1000 ед. тепла требуется около 1,1 гр. воздуха, т. е. колич. тепла почти пропорціонально колич. потребнаго воздуха (§ 8 [14]).

[10] Особенно много писалъ и пропагандировалъ водяной газъ Quaglio въ Германіи и Loomis въ С.-А. С. Штатахъ.

[11] Часть воздушнаго газа идетъ на перегрѣваніе водяныхъ паровъ. Но и это выходитъ очень сложно, п. ч. въ пространствѣ для такого перегрѣва сперва сожигаютъ воздушный газъ, а потомъ пропускаютъ водяные пары, затѣмъ чтобы снова накаливать горящимъ газомъ. Сложность получаемаго приспособленія мало видна на прилагаемомъ рис. 62. Во всякомъ случаѣ, для производства водяного газа требуется особый сложный заводъ, который тогда только можетъ оказаться выгоднымъ, когда сразу готовится большая масса такого газа. Но все же, такъ какъ онъ даетъ оч. высокія температуры, то оказывается выгоднымъ не только для нагрѣваній, и для газовыхъ машинъ, но и для освѣщенія, такъ какъ платиновая спираль въ пламени такого газа свѣтитъ чрезвычайно ярко. Во многихъ городахъ Америки такой газъ примѣнялся для уличнаго освѣщенія, пользуясь сѣткою Ауэра.

[12] Въ дѣйствительности, употребляя коксъ и антрацитъ, въ водяномъ газѣ получили (по Ледебуру):

По объему %.	Отъ — до.		Сред.
Водорода . . .	44	53	48
Окиси углерода .	40	44	42
Болот. газъ . .	0	4	2
Углекис. газа . .	1	6	3,5
Азота.	1	8	4,5

убогихъ видовъ топлива (напр. бурыхъ углей, богатыхъ золою, изъ хвойныхъ шишекъ и т. п.), что одно уже заставляетъ предпочитать это топливо водяному газу. Все это приводитъ къ тому, что въ фабрично-заводскомъ отношеніи водяному газу, по крайней мѣрѣ донынѣ,

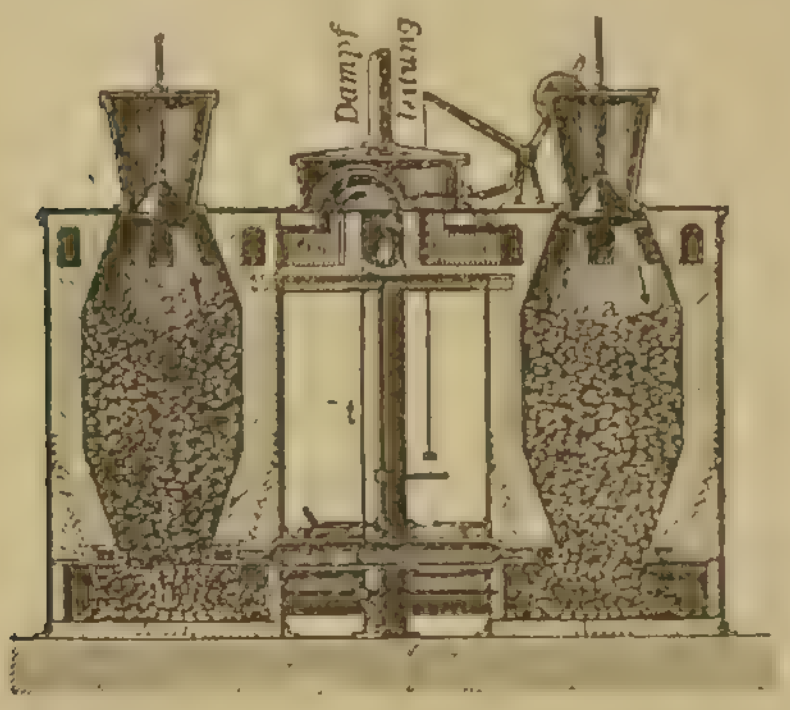


Рис. 62. Одинъ изъ многихъ приборовъ (Лиліенборгъ) для производства водяного газа, одновременно съ воздушнымъ. Два одинаковыхъ генератора производятъ поперемѣнно оба газа; напр. въ лѣвый снизу вдувается воздухъ, а въ правый сверху перегрѣтый водяной паръ. Водяной газъ снизу проходитъ въ особыя трубы, равно какъ и воздушный газъ собирается по s и t отдѣльно. Когда коксъ накалится отъ вдуванія воздуха, клапаны поворачиваютъ, и на коксъ направляется струя вод. пара. Жгутъ оба газа отдѣльно; воздушный идетъ для накаливанія воздуха и пара, а водяной, сгорая съ накаленнымъ воздухомъ, даетъ очень высокую температуру въ металлург. печахъ.

нельзя приписывать какого-либо существеннаго значенія въ дѣлѣ топки (онъ зато получилъ большое значеніе въ дѣлѣ освѣщенія, какъ о томъ будетъ говориться при описаніи производства свѣтильнаго газа), тогда какъ возд. газъ имѣетъ его въ высокой мѣрѣ. Однако же вся исторія съ водянымъ газомъ не пропала безслѣдно для практики отопленія, такъ какъ подмѣсь этого газа къ воздушному, возвышая качество послѣдняго, готовится очень легко чрезъ посредство простой прибавки водяныхъ паровъ къ воздуху при производствѣ воздушнаго газа, что и составляетъ такъ-называемый Даусоновскій газъ, который мы разсмотримъ, познакомившись ближе съ самимъ воздушнымъ газомъ и его способами производства [13].

Тотъ горнъ или пространство, въ которомъ уголь или какое-либо углеродистое топливо подвергается неполному горѣнію, ведущему къ образованію окиси углерода, называется генераторомъ, что заставляетъ обыкновенно называть происходящій здѣсь горючій газъ «генераторнымъ». Форма и устройство генераторовъ весьма разнообразны, но во всѣхъ нихъ должны быть соблюдены слѣдующія условія: 1) слой горящаго угля (или вообще топлива), чрезъ который проходитъ воздухъ, долженъ быть довольно

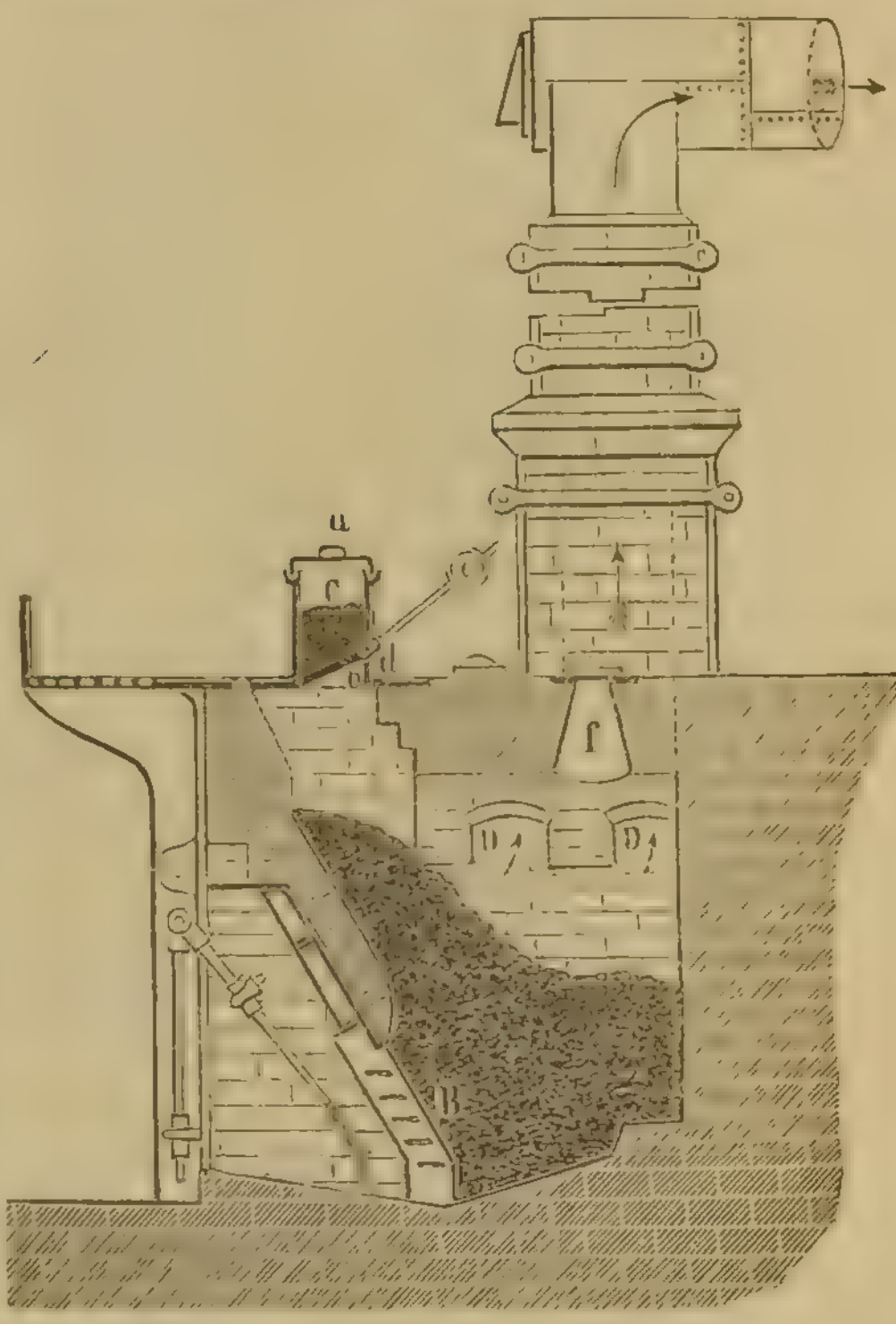


Рис. 63. Обыкновеннѣйшая форма генератора бр. Сименсъ для производства воздушнаго газа. C коробка съ углемъ, закрытая сверху крышкой a, а снизу клапаномъ b, открываемымъ рычагомъ c. Уголь сваливается на наклонную стѣнку A и такіе же колосники B, чрезъ которые входитъ воздухъ (отъ тяги дымовой трубы). Образовавшійся воздушный газъ идетъ къ печи чрезъ D, какъ указываютъ стрѣлки. Отверстіе f служитъ для перемѣшиванія слоя угля.

значителенъ (не менѣе $^1/_4$ метра, 10 дюймовъ или 6 вершковъ, при слабой тягѣ воздуха), иначе образуется тѣмъ болѣе

[13] Исторія введенія въ практику воздушнаго или генераторнаго газа очень сложна и тѣсно связана съ доменнымъ (гл. 3) производствомъ чугуна, такъ какъ при немъ изъ верхняго отверстія горна, засыпаемаго смѣсью угля и руды, выдѣляется на мѣсто вдуваемаго снизу воздуха горючій газъ, содержащій преимущественно азотъ и окись углерода. Оберто во Франціи первый примѣнилъ этотъ газъ для выжиганія извести, а затѣмъ уже въ первой половинѣ сего столѣтія имъ стали топить паровые котлы. А отсюда переходъ къ генераторамъ очень естественъ. Первые генераторы построены около 1860 г. бр. Семенсъ.

углекислаго газа, чѣмъ быстрѣе токъ воздуха, чѣмъ плотность топлива болѣе (поверхность меньше) и чѣмъ ниже температура пространства; 2) засыпь свѣжаго топлива должна производиться такъ, чтобы при этомъ (а равно и иными способами — помимо слоя угля) не могло входить воздуха, такъ какъ на его счетъ образовавшаяся окись углерода сгоритъ, превратившись въ CO^2, и 3) температура топлива должна быть не ниже 600°, потому что иначе горѣнія не произойдетъ, то есть сперва должна быть произведена растопка, и само подвергаться неполному горѣнію [14]. Чтобы видѣть необходимость такихъ требованій, достаточно сказать, что (Ernst, 1893), при слоѣ угля длиною 10 сантиметровъ, вдуваемый воздухъ даетъ почти одну углекислоту, если температура равна 400°, а если она доведена до 1000°, то образуется только окись углерода, т. е., чѣмъ выше t, тѣмъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, болѣе CO^2 переходитъ въ CO.

На прилагаемыхъ рисункахъ изображены разныя формы, придаваемыя генераторамъ, отъ которыхъ практически

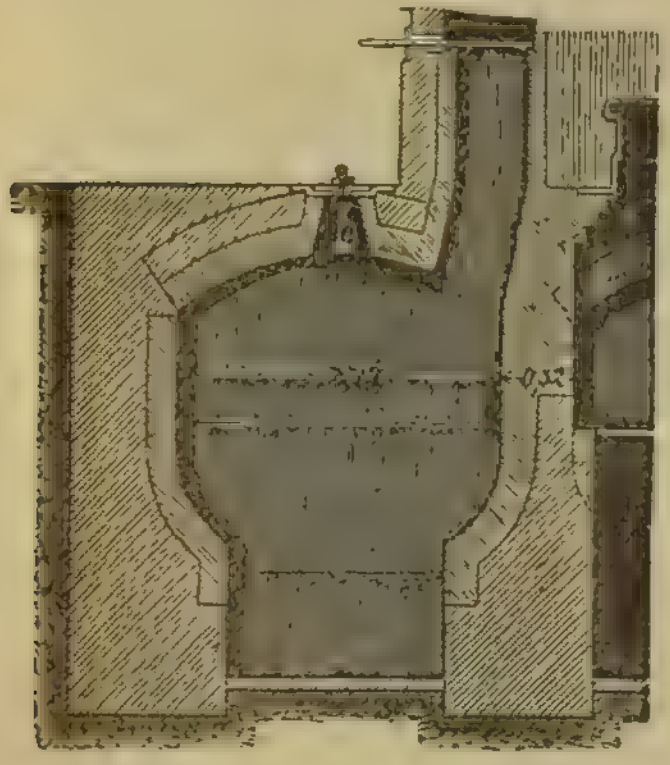


Рис. 64. Генераторъ бр. Сименсъ, вертикальный разрѣзъ перпенд. къ разрѣзу рис. 63. Дѣйствуетъ тягою трубы, а потому снабженъ колосниками и расположенъ ниже почвы. Четыре генератора располагаются около одной трубы. d засыпь. Топливо падаетъ на наклонную стѣнку, внизу которой двѣ рѣшетки колосниковъ a и b. Отверстія c для размѣшиванія топлива. Ходъ e со сводомъ даетъ доступъ къ колосникамъ.

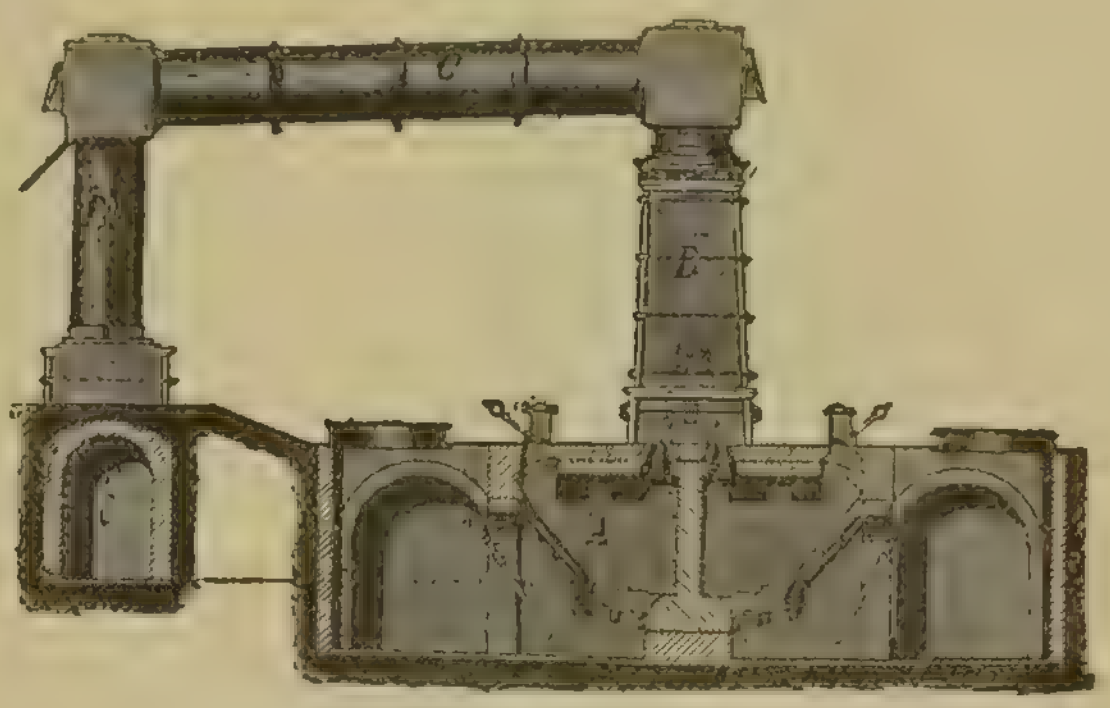


Рис. 65. Отъ 4-хъ генераторовъ A Сименса газъ проходитъ въ кирпичную трубу B, а затѣмъ въ металлическую C и спускается охлажденный чрезъ D въ отводный каналъ E, идущій къ печамъ. Система BCD называется сифономъ и служитъ для охлажденія, т. е. сгущенія воды, дегтя и сажи, отъ которыхъ по временамъ очищается (сажу выжигаютъ).

только тогда, когда она нагрѣетъ слой сверху лежащаго топлива, оно начнетъ должно требовать: удобства въ засыпкѣ (введеніи) свѣжаго топлива [15], легтому, что въ топливѣ будетъ заключаться водородъ и кислор., а происходящіе пары воды понизятъ температуру. Но несомнѣнно, по прямымъ измѣреніямъ, что выходящіе изъ генератора газы часто нагрѣты выше 700°—800°, о чемъ можно судить и по степени накаливанія угля въ генераторѣ, для наблюденія за коимъ продѣлывается часто особое отверстіе вверху или сбоку генератора.

[14] Надо полагать, что сперва, то-есть въ нижнемъ слоѣ около рѣшетки, на которой лежитъ топливо въ генераторѣ, происходитъ накаленная CO^2, а она съ углемъ даетъ уже CO. Чтобы разсчесть предѣльную температуру, при этомъ получающуюся, представимъ, что процессъ уже установился (уголь накалился) и взятъ чистый уголь (другіе виды топлива дадутъ низшую *t*). На 12 гр. угля требуется для CO кислорода 16 гр., слѣд. воздуха около 70 грам., произойдетъ же 28 гр. CO+54 гр. азота. При этой реакціи отдѣлится тепла: $12(8100-2^1/_3.2436)$ или почти 29000 ед. тепла. Теплоемкость CO, какъ и плотность, должно принять такую же, какъ для азота, слѣдовательно: $29000=T(28+54)\ (0{,}239+0{,}00005T)$, откуда T или температура воздушнаго газа въ генераторѣ около 1190°. Въ дѣйствительности темпер. будутъ, конечно, ниже этой (предѣльной) какъ по причинѣ передачи части тепла стѣнкамъ (и самому углю), такъ и по

[15] Способъ введенія топлива, какъ видно на рисункахъ, состоитъ въ поставленной сверху (часто немного сбоку) цилиндрической воронкѣ, запираемой сверху герметическою крышкою (часто она имѣетъ видъ колокола или вьюшки съ краями, входящими въ жолобъ, наполненный водою, смолою, пескомъ или золою), а снизу клапаномъ, при открытіи котораго содержимое воронки скатывается въ генераторъ (по возможности къ одной или ко всѣмъ стѣнкамъ), во время чего верхняя крышка остается закрытою. Вмѣсто клапана нынѣ чаще ставятъ конусъ, опусканіе котораго (на канатѣ, проходящемъ чрезъ отверстіе крышки) заставляетъ

кости удаленія золы и огарковъ, засоряющихъ колосники и мѣшающихъ падать топливо по направленію стѣнокъ, гдѣ топливо (задерживаемое стѣнками) всегда лежитъ рыхлѣе, чѣмъ въ срединѣ, и гдѣ вслѣдствіе сего проходитъ наибольшая часть газа, т. е. происходитъ усиленное горѣніе (а отъ того и потеря тепла). Такъ какъ размѣры генераторовъ обык. довольно велики (до 6 метровъ высотою и до 2 хъ метровъ внутр. діаметра), то для открытія тяжелой крышки и грузнаго клапана (конуса) устраиваютъ обыкновенно противовѣсы, облегчающіе работу засыпи.

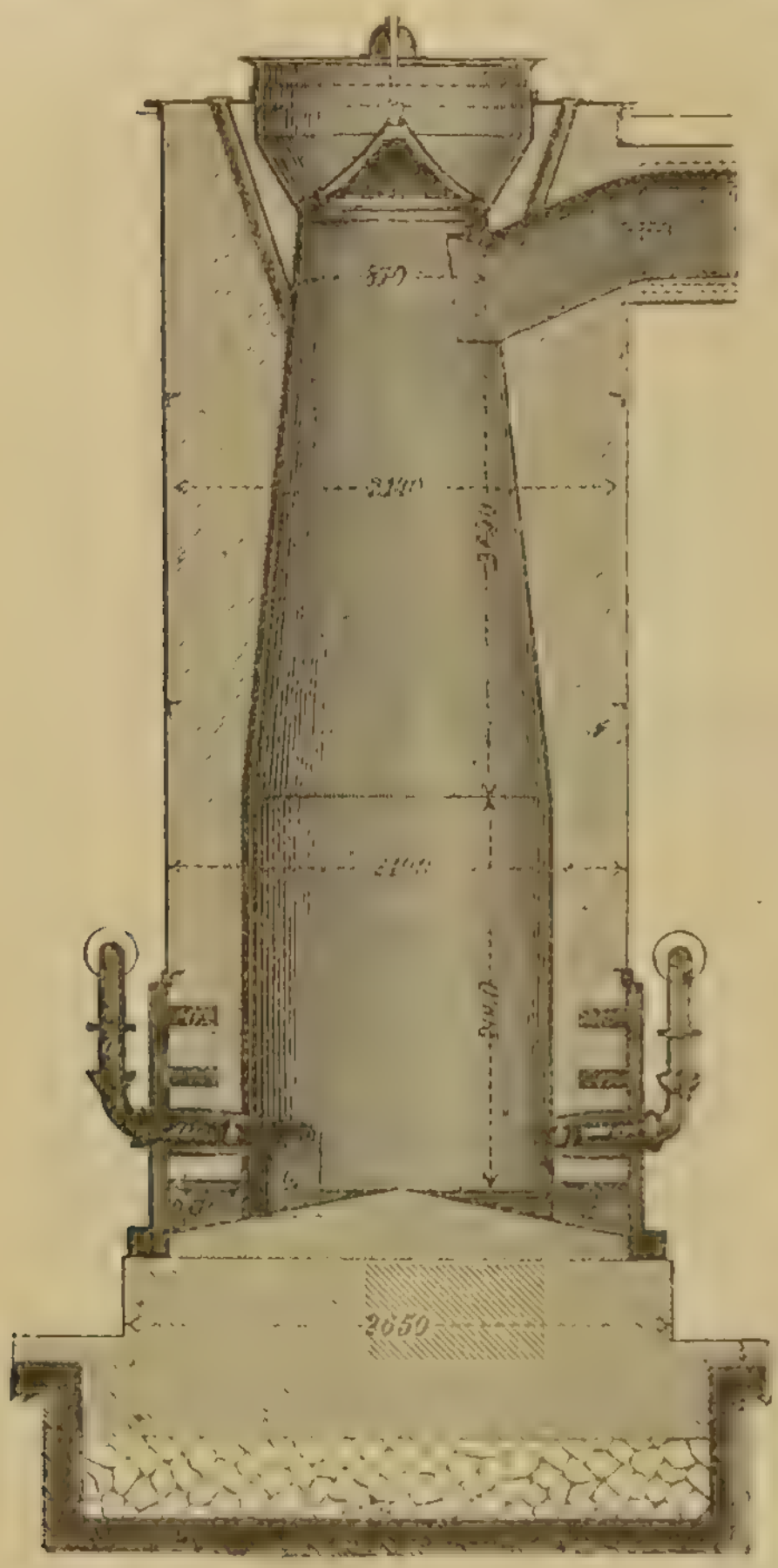
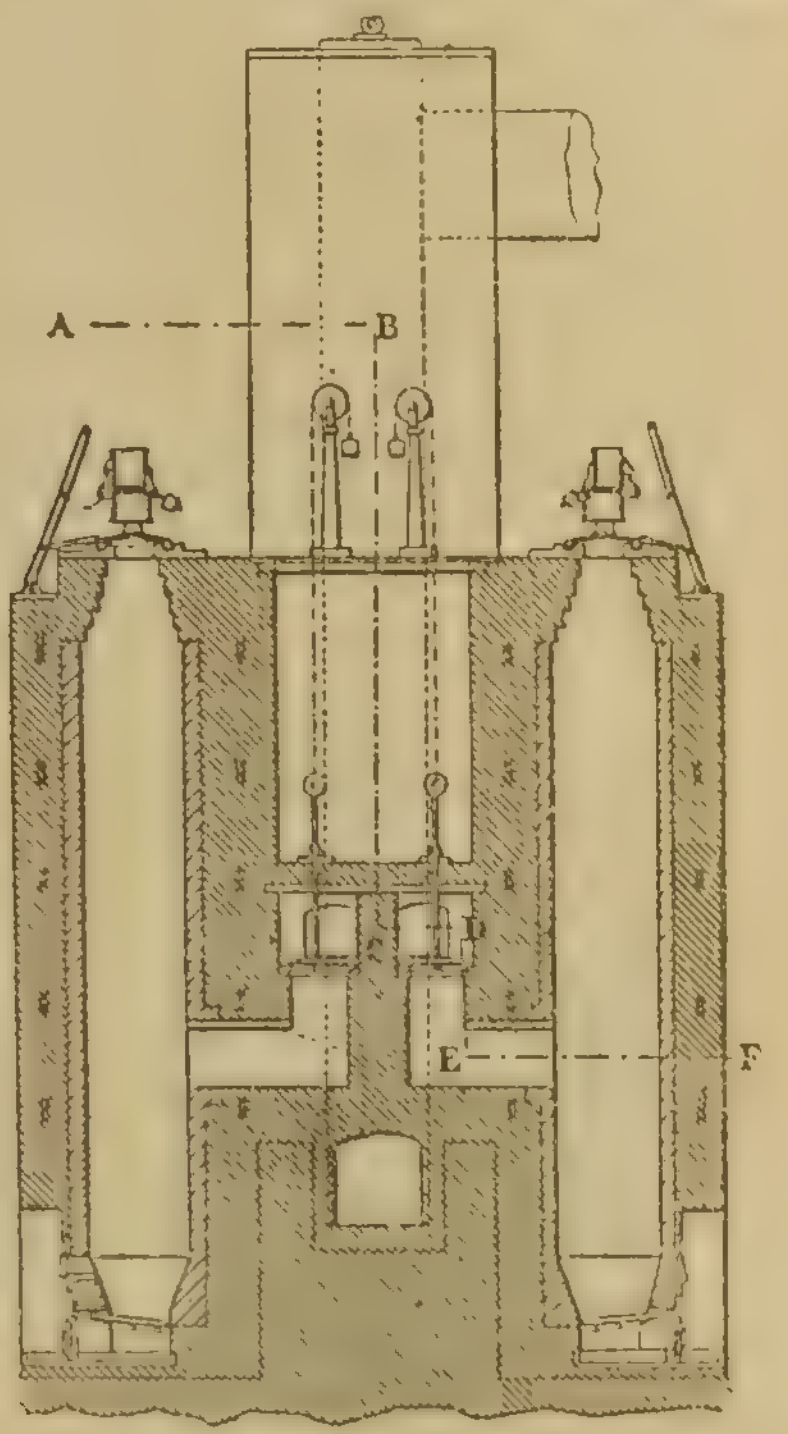


Рис. 66. Генераторъ Snillers для спекающихся углей. Воздухъ вдувается соплами a b, окруженными для охлажденія водою. Она же находится въ полсахъ c c для предохраненія стѣнокъ этой части печи отъ дѣйствія сплавленныхъ шлаковъ, образующихся изъ золы топлива и прибавляемой извести; эти шлаки, скопляясь на днѣ, выпускаются изъ отверстій d, замазанныхъ обык. глиною.

[16] Это особенно важно въ тѣхъ случаяхъ, когда воздухъ входитъ въ генераторъ не отъ особаго вентилятора, а вслѣдствіе тяги заводскихъ (печныхъ) трубъ, и когда топливо или представляетъ спекающійся (жирный) уголь (легко засоряющій колосники), или содержитъ много минеральныхъ подмѣсей, какъ напр. вильной тягѣ воздуха [16], возможности слѣдить за горѣніемъ внутри генера-



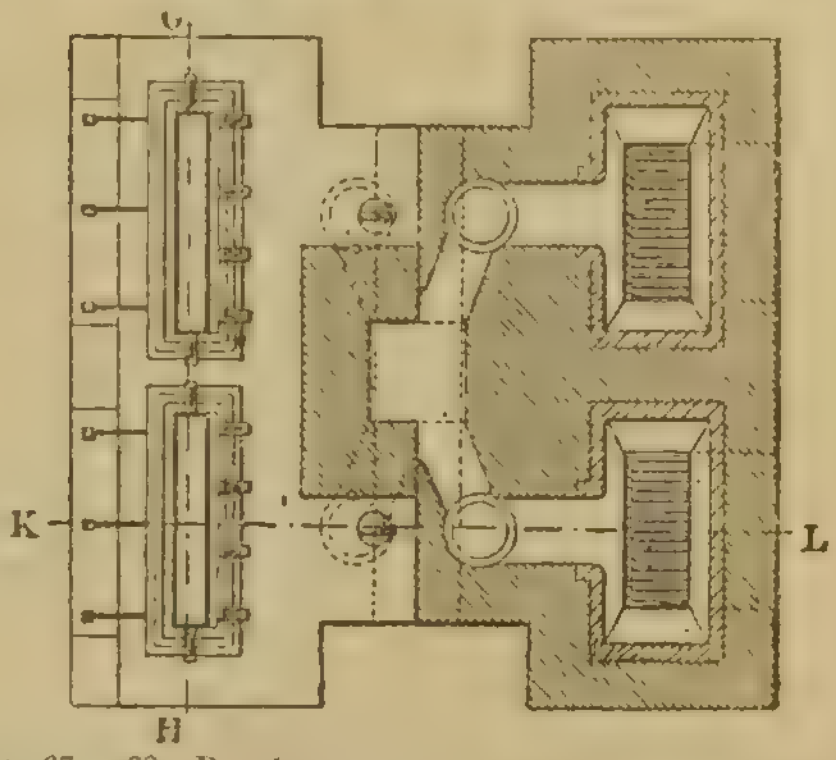


Рис. 67 и 68. Разрѣзъ и планъ уральскаго генератора, дѣйствующаго дровами и состоящаго изъ 4-хъ горновъ, размѣромъ въ планѣ 2,4×1,15 м., а высотою 8,7 м. Внизу съуживаются къ рѣшеткѣ 1,66×0,7 м. Газъ берется на высотѣ 2,4 м. и входитъ изъ всѣхъ 4 генер. въ одну общую трубу, гдѣ есть клапаны, могущіе уединять отдѣльный генераторъ при его очищеніи.

часто бываетъ въ буромъ к. углѣ. Въ такомъ случаѣ доступъ къ колосникамъ и возможность ихъ частой прочистки кочергою долженъ быть очень удобенъ, для чего, если генераторы углублены въ землю (для увеличенія напора тяги трубы), вдоль ихъ ряда вырывается особый широкій проходъ, гдѣ рабочій слѣдитъ за колосниками и откуда удаляется зола. Въ нѣкоторыхъ новыхъ генераторахъ (см. рис. 66

тора [17] и достиженія удаленія избытка воды, происходящей при употребленіи дерева, торфа и т. п. видовъ топлива.

Для приготовленія воздушнаго газа примѣняются всякіе виды топлива, но экономически и технически предпочитаютъ такіе низкіе сорты топлива, которые прямо не даютъ высокихъ температуръ (а въ видѣ воздуш. газа—даютъ), напр. дерево, торфъ, бурые угли и т. п. Такіе виды топлива въ генераторѣ подвергаются сперва сухой перегонкѣ, и лишь оставшійся уголь даетъ окись углерода, а потому они даютъ сравнительно мало воздушнаго газа, образуютъ много воды и дегтя, но зато содержатъ обыкновенно менѣе азота, чѣмъ воздушный газъ, полученный изъ древ. угля или кокса, изъ-за чего и предпочитаются съ технической точки зрѣнія. Для убѣжденія въ этомъ приводимъ предѣлы объемнаго состава высушеннаго воздушнаго газа, получающагося съ одной стороны изъ кокса, а съ другой изъ торфа и бурыхъ углей, судя по совокупности лучшихъ изслѣдованій:

Воздушный газъ % об.	Изъ кокса.	Изъ бураго угля.
Окиси углерода . .	23—33	21—30
Углекислаго газа .	1— 6	1— 8
Азота	62—66	58—61
Водорода	1— 4	5—10
Болотнаго газа . .	0— 2	1— 4

Среднее Q_v (§ 8) около 1030 и 1250 ед. т. То есть газъ изъ кокса въ одномъ объемѣ содержитъ менѣе тепла, чѣмъ газъ изъ бураго угля или т. п. худшаго топлива. Но зато 1 килогр. кокса даетъ около $5^1/_2$ куб. метр. (а 1 куб. метръ вѣситъ около 1220 гр.) сухого охлажденнаго воздушнаго газа, тогда какъ дерево даетъ лишь около 2,3 куб. метр. (вѣсъ около 1180 гр.), а бурые угли около 3—3,4 куб. метровъ изъ 1 кил. [18]. Необходимо однако замѣтить, что составъ возд. газа при томъ же топливѣ можетъ нѣсколько измѣняться, главнымъ образомъ, въ зависимости отъ температуры въ генераторѣ: чѣмъ она выше, тѣмъ болѣе содержится въ газѣ окиси углерода и тѣмъ меньше углекислоты, которая, происходя при болѣе низкой температурѣ, вводитъ съ собою, кромѣ того, излишнее количество азота, такъ какъ содержитъ болѣе кислорода, а это понижаетъ достоинство воздушнаго газа [19]. Пониженіе же температуры генератора опредѣляется разными обстоятельствами, которыя необходимо имѣть въ виду, готовя воздушный газъ. Прежде всего много вліяетъ количество вводимаго воздуха, такъ какъ отъ его кислорода зависитъ отдѣленіе тепла, часть котораго естественно теряется чрезъ стѣнки, и если токъ воздуха уменьшается, въ единицу времени можетъ отдѣляться лишь столько тепла, что оно перестаетъ повышать температуру выдѣляющихся газовъ и расходуется на неизбѣжныя потери, слабый

прибора Saillers) къ топливу примѣшивается известь въ такой пропорціи (по составу и количеству золы), чтобы образовался легкоплавкій шлакъ, который и вытекаетъ изъ особыхъ отверстій (на рисункѣ *d*), помѣщенныхъ внизу. Свобода равномѣрнаго притока воздуха и отсутствіе засоренія колосниковъ такъ важны, что Taylor предложилъ, и въ Америкѣ примѣняютъ, механически движимые колосники, а въ большинствѣ новыхъ устройствъ стали естественную тягу трубъ замѣнять вдуваніемъ воздуха вентиляторами.

[17] Температура генератора, оказывающая (см. далѣе) большое вліяніе на образованіе возд. газа, и достаточность засыпи топлива могутъ наблюдаться сверху генератора чрезъ особыя для того продѣлываемыя отверстія, направленныя на слой горящаго топлива. Чрезъ эти отверстія (обыкновенно запертыя) вводятъ въ генераторъ желѣзные ломы, чтобы разбить сводъ топлива, если онъ образовался (напр. при спекающихся углях), и поровнять высоту топлива, чтобы достичь возможно равномѣрнаго горѣнія.

[18] Эти отношенія, выводимыя по анализу газа, согласуются и съ данными о составѣ разныхъ видовъ топлива. Такъ, бурые угли даютъ тепла въ 1,3—1,4 раза менѣе, чѣмъ коксъ, и воздуш. газъ, изъ кокса получаемый, доставляетъ въ 1,3—1,4 раза болѣе, чѣмъ такой же газъ изъ равнаго вѣса бураго угля, какъ показываютъ вышеприведенныя числа.

[19] Stockmann (1876) изслѣдовалъ въ одномъ генераторѣ при данномъ топливѣ разность состава высушеннаго воздушнаго газа при жаркомъ I и холодномъ II ходѣ и нашелъ % вѣсу:

	CO	CO^2	N^2	H^2	CH^4	C^nH^{2n}
I	21,7	7,4	66,9	0,5	2,9	0,6
II	16,6	12,1	68,4	0,3	1,3	1,3

Въ то же время онъ показалъ, что теплопроизводительность газа, получаемаго изъ даннаго количества угля, уменьшается по мѣрѣ охлажденія и въ I = 1,2, если во II = 1. Вообще же можно принимать, что чѣмъ болѣе въ смѣси сумма недѣятельныхъ газовъ (азота и CO^2), тѣмъ менѣе теплопроизводительно ведется газообразованіе.

нагрѣвъ выдѣляемаго газа и на накаливаніе вновь прибавляемаго топлива Поэтому при слабомъ токѣ воздуха всѣ виды топлива дадутъ «холодный» ходъ генератору и неудовлетворительный составъ газу [20]. Второе обстоятельство, понижающее темп. генератора, составляетъ содержаніе въ топливѣ влажности, испареніе которой и нагрѣвъ паровъ поглощаетъ массу тепла. Въ третьихъ, такое же вліяніе имѣетъ содержаніе въ топливѣ водорода и кислорода, какъ въ деревѣ, торфѣ и т. п., такъ какъ тепло, развиваемое неполнымъ горѣніемъ углерода топлива, при этомъ расходуется на разложеніе топлива (сухую его перегонку). Четвертое обстоятельство, понижающее темпер. генератора, состоитъ въ образованіи водяного газа на счетъ углерода топлива и паровъ воды, или естественно образующихся изъ топлива (напр. дровъ), или нарочно прибавляемыхъ въ генераторъ, какъ увидимъ далѣе, такъ какъ образованіе водяного газа сопровождается поглощеніемъ тепла, хотя, какъ показано выше, происходящій газъ тогда теплопроизводительнѣе.

Изъ этого перечисленія уже видны условія, возвышающія температуру въ генераторѣ, и въ распоряженіи имѣются разныя средства вести производство на болѣе «выгодномъ» или болѣе «жаркомъ» ходѣ. Очень жаркій ходъ, возможный только при коксѣ или тому подобномъ топливѣ, богатомъ углеродомъ, даетъ газъ накаленный примѣрно до 800—1000°, но, какъ показано выше, менѣе теплопроизводительный и съ малымъ содержаніемъ водорода и углекислоты. Очень холодный ходъ, напр. послѣ прибавки большого количества свѣжаго топлива, даетъ газъ едва нагрѣтый до 300° и богатый, говоря вообще, углекислотою и азотомъ, но въ то же время (отъ содержанія водорода и углеводородовъ) теплопроизводительный (въ равномъ объемѣ) не менѣе, чѣмъ газъ отъ жаркаго хода. Очевидно, что въ срединѣ должно ждать наилучшаго результата въ отношеніи состава происходящаго газа, а именно, когда температура достаточно велика, чтобы образовался водяной газъ, т. е. явилась подмѣсь водорода безъ большого избытка углекислоты, для чего необходимо присутствіе водяныхъ паровъ. Вотъ здѣсь то и мѣсто *Даусоновскому или паровоздушному* горючему газу, получаемому въ генераторахъ, совершенно сходственныхъ съ обычными, но съ пропусканіемъ чрезъ топливо не только воздуха, но и водяного пара изъ парового котла и, конечно, еще лучше, перегрѣтаго [21]. Если взятое топливо, напр. дрова, сами даютъ много воды, безъ всякой прибавки пара, идетъ образованіе нѣкотораго количества водорода, т. е. водяного газа, тогда темпер. генератора обыкновенно недостаточно высока, чтобы было выгодно еще прибавлять водяной паръ. Но если на топку генератора идетъ топливо, богатое углеродомъ, напр. полуантрациты или даже сухіе длинно-пламенные угли (они тѣмъ хороши въ генераторѣ, что даютъ не спекающійся коксъ), тогда, поддерживая надлежащую тягу воздуха, легко вести «жаркій» ходъ, и въ этомъ условіи прибавка водяныхъ паровъ, хотя и понижаетъ немного температуру, но содѣйствуетъ столь явному возвышенію общей теплопроизводительности получаемаго газа, что приготовленіе такого паровоздушнаго газа распространяется въ этихъ условіяхъ, и здѣсь уже видны условія для нѣкоторой (небольшой) выгодности пара. Въ такомъ паровоздушномъ газѣ Фишеръ нашелъ, по объему: 26% CO, 7% CO^2, 14% водорода и около 53% азота. Очевидно, что здѣсь, какъ и въ газѣ отъ дерева, бураго угля и т. п., имѣется какъ бы смѣсь воздушнаго газа съ водянымъ, какъ тѣмъ, который идетъ по уравненію $C + H^2O = CO + H^2$, такъ и идущимъ по уравненію $C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2$, а именно здѣсь — вслѣдствіе недостаточно высокой температуры — происходитъ только послѣдній изъ видовъ водяного газа (а именно въ указанномъ примѣрѣ 21% по объему этого газа и даютъ 7% CO^2 и 14% H^2).

---

[20] То-есть увеличатъ содержаніе азота и углекислоты [19].

[21] Перегрѣваніе пара, повидимому, просто и выгодно можно устроить на счетъ температуры воздушнаго газа, выходящаго изъ генератора, особенно если, какъ это часто и дѣлается, газъ передъ поступленіемъ для сожиганія охлаждается (см. далѣе).

А такъ какъ водяной газъ (по послѣднему уравненію), содержащій $^1/_3$ об. CO^2 и $^2/_3$ об. H^2 (по вѣсу $8{,}4\%$ H^2 и $91{,}6\%$ CO^2), все же представляетъ лучшую утилизацію теплоты угля, чѣмъ воздушный газъ [22], то если отъ дѣйствія водяного пара и является подмѣсь углекислаго газа, но въ то же время двойной противу нея объемъ водорода усиливаетъ теплопроизводительность газа. Поэтому, если ходъ генератора жаркій и взято топливо не очень бѣдное углеродомъ, прибавку къ воздуху, вдуваемому въ генераторъ, водяныхъ паровъ должно считать полезною [23].

Во всякомъ случаѣ, о хозяйственномъ значеніи генераторовъ должно судить не только по составу газа, но и по сравненію колич. тепла, происходящаго при горѣніи газа, съ теплопроизводительностію того колич. топлива, изъ котораго полученъ газъ [24]. Можно принять вообще, что въ охлажденномъ воздушномъ газѣ содержится въ лучшемъ случаѣ около 75% тепла, бывшаго во взятомъ топливѣ. Напр., если 1 гр. лигнита, сгорая, развиваетъ 5000 ед. т., то возд. газъ, изъ него получаемый, разовьетъ, сгорая, не болѣе 3750 ед. тепла, а именно дастъ около 4 куб. децим. газа, развивающаго по 940 ед. тепла. Другими словами, примѣрно $^1/_4$ часть тепла топлива при превращеніи въ возд. газъ теряется при самомъ процессѣ и при охлажденіи получаемаго газа, къ которому мы перейдемъ, остановившись предварительно на способахъ введенія воздуха въ генераторы.

Всѣ первоначальные генераторы устраивались съ естественною тягою воздуха, т. е. газъ, доставляемый ими, втягивался печью, для топки которой онъ назначался, какъ втягивается въ нее воздухъ, потребный для горѣнія — на основаніи дѣйствія дымовой трубы (гл. 2). Газъ, выходящій изъ генераторовъ, проходя длинный путь, охлаждался и выдѣлялъ изъ себя большую часть дегтя, воды и сажи, чему часто помогали еще искусственнымъ промываніемъ — водяными струями (Рис. 69).

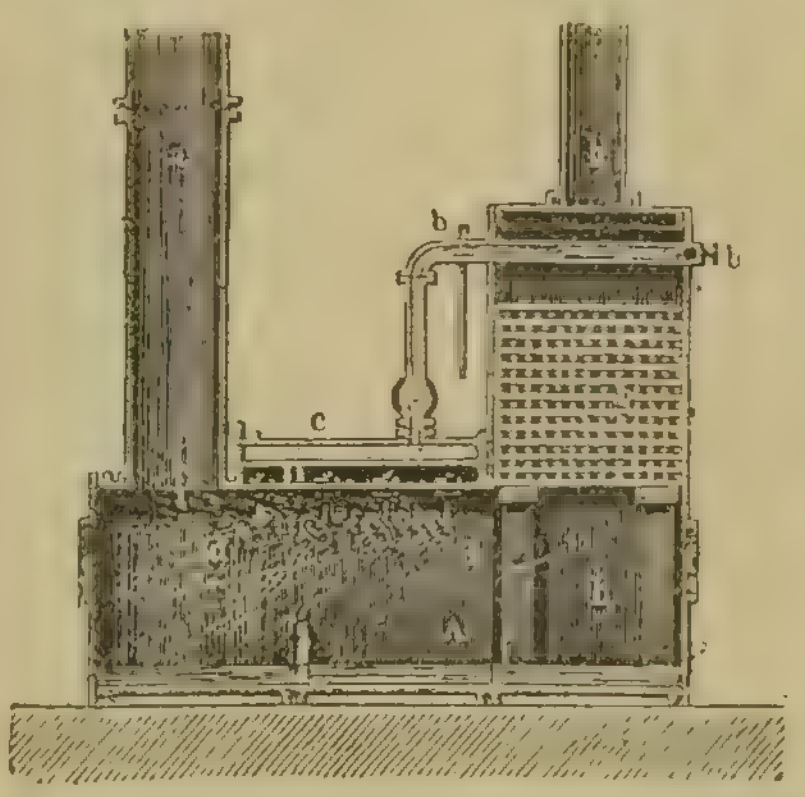


Рис. 69. Способъ Landin для промыванія и охлажденія генер. газа водою. Газъ идетъ изъ a къ d и выходитъ чрезъ b, встрѣчая въ A дождь водяныхъ струй и въ g полосы, смачиваемыя водою.

Такой способъ дѣйствія, хотя и очень простъ, но сопряженъ съ важными не-

---

[22] Сведемъ для наглядности данныя о трехъ основныхъ видахъ газа, отвѣчающихъ чистому углю:

		Воздуш. газъ.	$CO+H^2$.	CO^2+2H^2.
По объему	% CO	34,3	50	—
»	H^2	—	50	66,7
»	N^2 или CO^2	65,7	—	33,3
По вѣсу	% CO	34,3	93,3	—
»	H^2	—	6,7	8,4
»	N^2 или CO^2	65,7	—	91,6
На 1 гр. газа	$Q =$	836	4584	2898 ед. т.
»	$Q-6aq=Q'=$	836	4222	2444 »
На 1 гр. угля, газа:		6,8	2,5	4,0 гр.
тепла въ газѣ	Q	5685	11460	11592 ед. т.
» »	Q′	5685	10555	9776 »

Въ разсчеты слѣдуетъ брать только числа послѣдней строки, п. ч. они даютъ тепло, развиваемое газомъ, когда онъ, сгорая, даетъ тоже газы и пары, что и есть въ дѣйствительности. Но при этомъ не должно забывать, что водяной газъ (какъ $CO+H^2$, такъ и CO^2+2H^2) происходитъ съ поглощеніемъ посторонняго тепла, какъ прямо видно уже изъ того, что 1 гр. угля, служащему для его образованія, отвѣчаетъ не болѣе, чѣмъ 8100 ед. тепла; здѣсь же получилось болѣе.

[23] Въ практикѣ иногда для введенія въ генераторъ вод. паровъ поступаютъ такъ: подъ колосниками ставятъ сосудъ съ водою, зола и всякіе огарки, выпадая чрезъ колосники, попадаютъ въ воду, она отчасти испаряется и пары захватываются воздухомъ, входящимъ чрезъ рѣшетку колосниковъ. Но способъ этотъ очевидно даетъ столь мало паровъ, что не можетъ имѣть существеннаго значенія. Впускъ паровъ ведутъ въ паровоздушномъ газѣ большой. При коксѣ и т. п. на 1 часть сгорѣвшаго топлива вводятъ до 0,7 ч. пара съ выгодою (Бунте), а при лигнитѣ нельзя уже превосходить 0,2 ч. пара на 1 ч. топл. (Штокманъ).

[24] Нерѣдко это упускается изъ вида и по одному содержанію углекислаго газа дѣлаютъ неблагопріятное заключеніе о достоинствѣ воздушнаго газа.

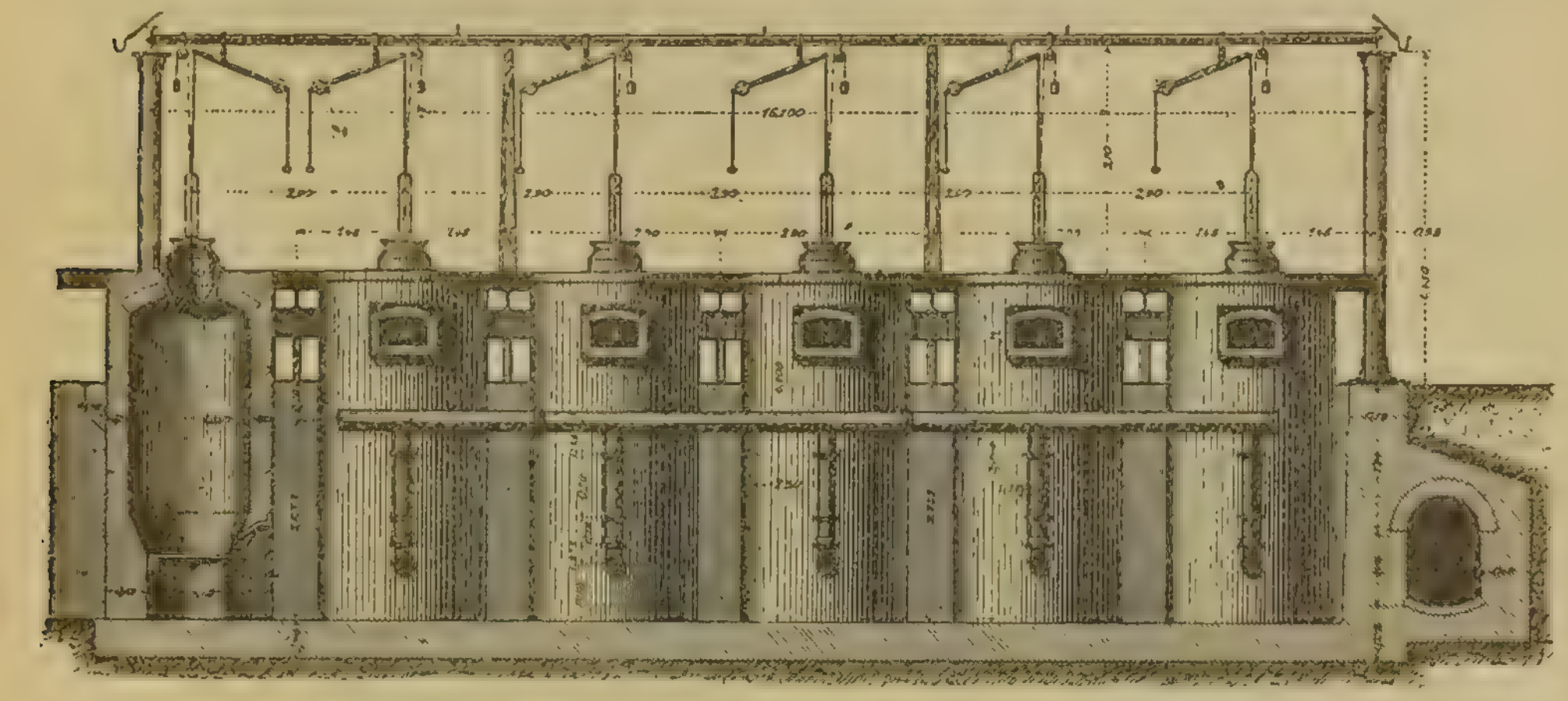
удобствами и съ необходимостію большихъ начальныхъ и текущихъ расходовъ на дѣйствіе дымовыхъ трубъ, такъ какъ проходъ воздуха и газовъ чрезъ генераторы сопряженъ съ большимъ треніемъ или сопротивленіемъ, которое надо побѣждать силою тяги дым. трубы. Для облегченія ея работы въ этомъ случаѣ обыкновенно генераторы помѣщались ниже печей, и если мѣстность завода ровная, то углублялись въ почву. Это затрудняетъ весь присмотръ за ходомъ генераторовъ, хотя и облегчаетъ подвозку и самую засыпь топлива. Но не въ одномъ неудобствѣ должно видѣть главный недостатокъ такого пріема, а въ томъ, что естественная тяга слаба, а временныя засоренія колосниковъ или самого горна затрудняютъ втягиваніе воздуха, а потому при прежнемъ способѣ дѣйствія ходъ генераторовъ всегда былъ холодный и весьма неравномѣрный, число же генераторовъ надо было сильно увеличивать, если необходимо было увеличить количество газа. Временное усиленіе притока газа при этомъ было очень трудно, даже едва возможно, а оно часто неизбѣжно необходимо.

Это заставляетъ нынѣ (съ 1875 г.) прибѣгать въ большинствѣ случаевъ къ искусственному вдуванію воздуха въ генераторы при помощи вентиляторовъ (Роота и др., гл. 3) или другихъ воздуходувныхъ приборовъ, движимыхъ механическою силою. Хотя здѣсь является расходъ на силу, но получаются выгоды не только въ работѣ (необходимости держать высокую темпер. въ трубѣ) и устройствѣ дымовыхъ трубъ, не только въ уходѣ за генераторами, которые стало возможнымъ ставить въ уровнѣ съ печами, а не врывать въ землю, но и въ числѣ и дѣйствіи самихъ генераторовъ, потому что искусственное вдуваніе воздуха позволило улучшить качество получаемаго газа и увеличить его количество, производимое въ единицу времени. Качество газа улучшилось по той причинѣ, что стало возможнымъ держать надлежащую степень жара въ генераторѣ, а количество производимаго газа возросло по причинѣ того, что масса входящаго воздуха могла быть увеличиваема по произволу и по мѣрѣ потребности въ газѣ. Притомъ и работа вдувающихъ механизмовъ не велика, такъ какъ давленіе воздуха въ 8—20 сантиметровъ водяного столба оказывается во всѣхъ случаяхъ достаточнымъ. Воздухъ вдувается обыкновенно чрезъ фурмы (сопла) (гл. 3), какъ видно на рис. 66, изображающемъ генераторъ Saillers, окружаемыя водою для предохраненія отъ жара топлива [25]. Сверхъ другихъ выгодъ, искусственное дутье даетъ возможность держать въ генераторѣ высокій и плотный (представляющій значительное сопротивленіе) слой топлива [26], что ведетъ къ болѣе полному газообразованію, такъ что достоинство воздушнаго газа вообще сильно возрастаетъ съ этимъ способомъ введенія воздуха. При естественной тягѣ, на каждый кв. метръ наименьшаго поперечнаго сѣченія

[25] Иногда просто закрываютъ поддувало стѣнкой, чрезъ которую проводятъ воздуходувную трубу, но этотъ способъ препятствуетъ по временамъ очищать золу безъ остановки дутья и не позволяетъ концентрировать дутье въ средину дна, что дѣлаетъ все горѣніе болѣе равномѣрнымъ во всемъ пространствѣ генератора. Обыкновенно при дутьѣ [16] заставляютъ золу плавиться и по временамъ выпускаютъ образующійся шлакъ. Прибавка извести, необходимая для плавки золы, имѣетъ еще и то косвенное значеніе, что отнимаетъ сѣру топлива.

[26] Высота слоя топлива въ генераторахъ, дѣйствующихъ естествен. тягою, измѣняется по природѣ и плотности топлива. Для к. углей ее держатъ не менѣе 0,6—0,8 метра, для дровъ и торфа до 1,5 м. При искусственномъ вдуваніи воздуха высоту всѣхъ видовъ топлива всегда увеличиваютъ, доводя до 3-хъ метровъ, что ведетъ обыкновенно къ улучшенію качества газа. Размѣры генераторовъ, которые еще увеличиваютъ при искусств. вдуваніи воздуха, обык. не превосходятъ въ діаметрѣ $2^1/_2$ метровъ, но въ высоту (глубину) достигаютъ 6—8 метровъ и дѣлаются тѣмъ выше, чѣмъ рыхлѣе топливо, т. е. напр. для дровъ и торфа самые высокіе. Обыкновенно поперечное сѣченіе генераторовъ книзу немного уменьшаютъ, если воздухъ движется вертикально кверху и если топливо не даетъ спекающагося кокса. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ (генераторъ Saillers назначенъ для такихъ углей) нижнюю часть дѣлаютъ цилиндрическою или даже немного расширенною, что способствуетъ распаденію свода спекшагося кокса. Очень часто также заставляютъ воздухъ проходить по наклонной линіи, располагая входъ воздуха сбоку внизу съ одной стороны, а выходъ газовъ съ другой стороны сверху. Вообще форма генераторовъ разнообразится до чрезвычайности и, повидимому, при соблюденіи основныхъ условій, не имѣетъ большого значенія для качества получаемаго газа.

генератора въ часъ сожигаютъ 60—80 килогр. топлива, при искусственномъ вдуваніи производительность можно утроивать. При этомъ нынѣ уже часто ставятъ генераторы или цѣлую ихъ систему (батарею, рис. 70 и 71) столь



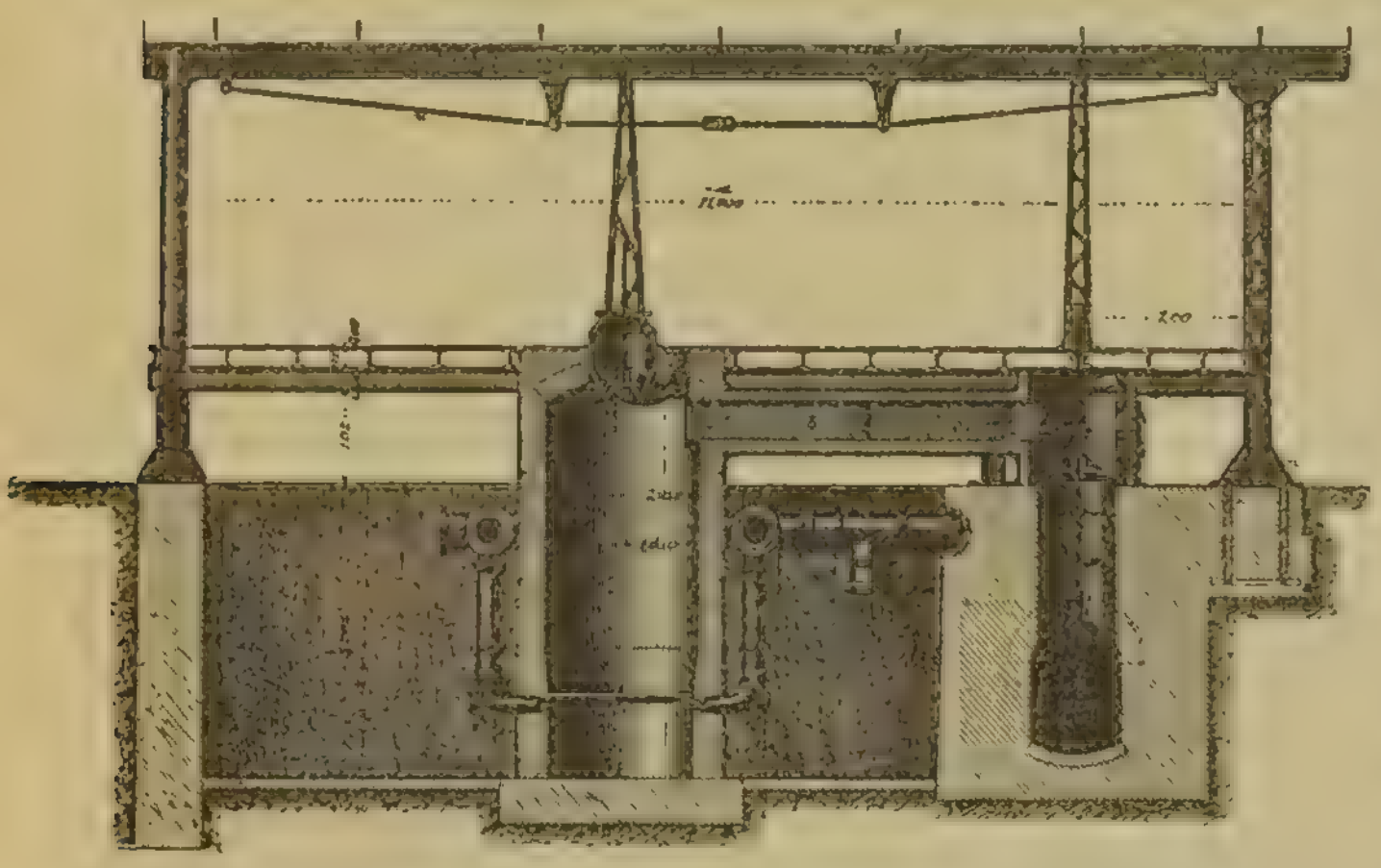


Рис. 70 и 71. Батарея генераторовъ завода Phoenix. Два вертикальныхъ разрѣза вдоль и поперекъ. Дѣйствуютъ искусственнымъ вдуваніемъ воздуха по системѣ трубъ, кончающихся подъ колосниками. Для засыпи сверху воронка съ крышкою и конусомъ. Газъ по трубамъ b собирается въ общую трубу a, но особый клапанъ позволяетъ прекратить сообщеніе даннаго генератора (при остановкѣ его дѣйствія) съ этою общею трубою. Размѣры указаны въ метрахъ.

близко къ печамъ, гдѣ горитъ газъ, какъ можно для удобства расположенія и дѣйствія около печей и генераторовъ, чтобы по возможности воспользоваться тѣмъ теплomъ, которое находится въ горячемъ генераторномъ газѣ (см. вын. [27 bis]).

Во всякомъ случаѣ, дѣйствіе генераторовъ, а слѣдовательно и печей, нагрѣваемыхъ сожиганіемъ газа, въ нихъ происходящаго, непрерывно, то есть въ затопленномъ разъ генераторѣ огонь поддерживается неопредѣленно долго, при помощи питанія свѣжимъ топливомъ. Это основывается главнымъ образомъ на томъ, что при растапливаніи генератора (пока стѣнки не нагрѣлись) получается неблагопріятная для газообразованія низкая температура, и потому, что первыя части образующагося газа, смѣшиваясь съ воздухомъ широкихъ газопроводныхъ каналовъ, могутъ давать взрывы и должны выпускаться на воздухъ, чрезъ что теряется много топлива [27].

Воздушный газъ, выходя изъ генератора, имѣетъ, смотря по роду генератора (и по засыпи свѣжаго топлива), какъ сказано выше, температуру отъ 300° до 800°, и если взято топливо, богатое углеродомъ, и въ немъ мало воды, его прямо горячій вводятъ въ печь для сожиганія, чтобы не терять теплоту, въ немъ содержащуюся [27 bis]. Но во многихъ

[27] Для уменьшенія этихъ начальныхъ потерь, въ газовыхъ ходахъ предъ началомъ дѣйствія слѣдуетъ сожигать какое-либо топливо, чтобы каналы наполнились дымомъ и паромъ, вытѣсняющими воздухъ.

[27 bis] Если напр. взятъ сухой длиннопламенный к. уголь [§13] сред. состава (73,2% углерода, 4,8h и проч.), то въ генераторъ на 1000 гр.

случаяхъ раньше, чѣмъ вводить газъ въ печь для сожиганія, его охлаждаютъ, пропуская чрезъ металлическія трубы, охлаждаемыя воздухомъ [28], или заставляя отдавать тепло струямъ (дождю) воды въ особомъ вмѣстилищѣ, находящемся на пути движенія газа [29]. При этомъ водяной паръ, всегда образующійся въ генераторѣ, а иногда и нарочно въ него впускаемый, сгущается въ жидкость, также какъ и деготь, составляющій продуктъ перегонки обычныхъ видовъ топлива. Вмѣстѣ съ ними осѣдаетъ всегда и сажа, а отчасти и зола, уносимая съ газомъ. Такой пріемъ охлажденія генераторныхъ газовъ въ обыкновенныхъ случаяхъ нельзя считать ни

его надо ввести около 1100 гр. кислорода или около 4800 гр. воздуха (предполагаемъ для простоты его сухимъ). Очевидно, что вѣсъ газа (считая 40 гр. золы) будетъ около 5760 гр. и онъ будетъ, примѣрно, состоять изъ 3710 гр. азота, 1600 гр. CO, 170 гр. CO^2, 25 гр. водорода и 255 гр. водянаго пара (не принимая въ разсчетъ CH^4). Сгорая, этотъ газъ дастъ около 1.623,000 граммовыхъ ед. тепла (считая воду парообразною), а такъ какъ 1000 гр. взятаго угля даютъ около 6.700,000 ед. т., то охлажденный газъ даетъ только 69% тепла угля. Но выходящій изъ генератора газъ будетъ имѣть температуру по крайней мѣрѣ 400°, а среднюю теплоемкость (§ 9) газа отъ обык. t до 400° должно принять около 0,26, слѣд. отъ сожиганія газа, имѣщаго 400°, выдѣленіе тепла увеличится на 5760.0,26.400 или около на 599000 ед. тепла, т. е. почти на 9% отъ тепла угля, или при сожиганіи газа безъ охлажденія внесется около 5.220,000 ед. тепла (т. е. около 77% отъ теплоты угля). Такимъ образомъ, охлажденіе генераторныхъ газовъ значительно уменьшаетъ ихъ полезное дѣйствіе, особенно при жаркомъ ходѣ генератора. Спрашивается: выгодно ли охлаждать возд. газъ, получаемый изъ дерева и содержащій много воды? Сдѣлаемъ разсчетъ, подобный предшествующему, принявъ (§ 11) въ 1000 гр. дерева 200 влаги, 100 углерода, 50 водорода и 350 кислорода, и допустимъ (это напменѣе благопріятно), что происходитъ только окись углерода (въ дѣйствительности много водорода и углеводородовъ). Кислорода надо около 580 гр., воздуха около 2440 гр., газа получится около 3440 гр., въ томъ числѣ около 930 гр. окиси угл., около 1860 гр. азота и около 650 гр. водянаго пара. Газъ этотъ, сгорая, даетъ около 2.265,000 ед. тепла, если будетъ охлажденъ, а, выходя съ температурою 500°, дастъ сверхъ того 516000 ед. т. (такъ какъ теплоемкость газа въ среднемъ около 0,30) или всего около 2.780,000 ед. тепла, что составляетъ 71% отъ тепла, даваемаго деревомъ (3460 ед. т.). Охлаждая газъ, обыкновенно имѣютъ въ виду получить высшую температуру. Разочтемъ и ее по § 9 въ обоихъ случаяхъ: 1) Когда газъ охлажденъ и вода вся (дѣлаемъ предположеніе это для упрощенія разсчета) выдѣлена до входа газа въ печь, тогда въ нее поступаетъ 930 гр. CO и 1860 гр. азота, для сожиганія пойдетъ 531 гр. кислорода или 2309 гр. воздуха. Въ продуктахъ горѣнія будетъ 3638 гр. азота+1461 гр. углекислоты, а разовьется тепла 2.265,000 е. т. Отсюда повышеніе температуры будетъ около 1418°, слѣд., если воздухъ и газъ въ среднемъ имѣли 22°, получится около 1440°. 2) Когда генераторный газъ, не охлаждаясь отъ 500°, войдетъ для горѣнія въ количествѣ 3440 гр. и смѣшается съ 2309 гр. воздуха, имѣющаго температуру 22°, общая температура 5749 гр. газа будетъ (полагая теплоемк. газа 0,29, а воздуха 0,24) около 323°. Въ смѣси будетъ углекислоты 1461 гр., водянаго пара 650 гр. и азота 3638 гр., а потому, разсчитывая повышенія температуры (§ 9), получаемъ его около 1102°, что составляетъ вмѣстѣ съ начальною темп. 323° достиженіе 1425°, то есть температуры почти совершенно такой же, какая получается при охлажденіи генераторнаго газа. Въ другихъ случаяхъ (когда берется напр. кам. уголь), а особенно при жаркомъ ходѣ генератора, когда выходящій изъ него газъ имѣетъ температуру еще выше 500°, охлажденіе газа даетъ прямую потерю не только въ количествѣ тепла, но и въ температурѣ, горѣніемъ достигаемой. Поэтому, вообще говоря, *охлажденіе генераторныхъ газовъ должно считать не раціональною мѣрою*, и гораздо лучше генераторы ставить такъ близко къ печамъ и такъ проводить газъ, чтобы на пути по возможности не происходило охлажденія газовъ. За наиболѣе же выгодную температуру выходящихъ газовъ я считаю t близкую къ 500°. Если она выше — слѣдуетъ, вводя водяной паръ, понижать ее до 500°, и тогда достигнется наибольшая утилизація топлива въ соединеніи съ высшею температурою горѣнія, но при условіи отсутствія охлажденія на пути отъ генератора къ печи. Часто, не вникая въ сущность дѣла, выставляютъ иныя правила для пользованія воздушнымъ газомъ.

[28] Если даже весь генераторъ помѣщается ниже уровня почвы, отводныя охладительныя трубы обыкновенно располагаютъ сверхъ почвы и для этого чаще всего строятъ, такъ называемый, сифонъ, который изображенъ на прилагаемомъ 65-мъ рис., гдѣ A есть кирпичная труба, заключающая наиболѣе горячій газъ, горизонтальная же или едва наклонная часть B служитъ для охлажденія, такъ что въ исходящей вѣтви C газъ уже болѣе охлажденъ, слѣд. болѣе плотенъ, что содѣйствуетъ выходу газа изъ генератора. Въ трубахъ осаждается при охлажденіи не только вода, но и деготь, количество котораго однако рѣдко превосходитъ $^1/_4$% вѣса топлива. Вода легко стекаетъ и удаляется, но образующійся деготь имѣетъ смолистыя свойства, мажется и трудно удаляется, какъ и сажа, вмѣстѣ съ нимъ смѣшанная. Ихъ обыкновенно повременамъ выжигаютъ.

[29] На прилагаемомъ 69-мъ рис. изображено одно изъ подобныхъ приспособленій для промыванія генерат. газа.

выгоднымъ, ни необходимымъ [30], потому что все тепло нагрѣтыхъ газовъ при этомъ теряется (см. выноску 27 bis), а если можно совѣтовать, то только тогда, когда въ топливѣ много сѣры и газъ получается содержащимъ сѣрнистую кислоту (большая ея часть при промывкѣ холодною водою поглощается ею) и уноситъ съ собою много золы или легкихъ частицъ, могущихъ при сожиганіи въ печи вредить производству (напр. въ стеклодѣліи, полученіи стали, обжиганіи фарфора и т. п.). Вообще же лучше, какъ и дѣлаютъ въ послѣднее время, генераторъ или систему генераторовъ [31] помѣщать какъ можно ближе къ печи, въ которой газъ сожигается, и для провода устраивать возможно короткіе [32] кирпичные ходы большого діаметра, чтобы по возможности сохранить всю теплоту газа, полученную въ генераторѣ.

Основною цѣлью превращенія видовъ топлива въ горючій газъ должно считать легкость такого полнаго его смѣшенія съ воздухомъ, при которомъ полное горѣніе совершается безъ всякаго избытка воздуха, что ведетъ къ наиболѣе выгодному пользованію топливомъ и къ достиженію наивысшихъ температуръ, т. е. въ концѣ концовъ къ экономіи расходовъ на топливо. Смѣшеніе же горючихъ газовъ съ воздухомъ [32] производится только при самомъ входѣ въ печь, гдѣ происходитъ горѣніе (предварительное смѣшеніе дало бы взрывъ), и чаще всего для этого въ одной изъ стѣнъ печи дѣлаютъ два другъ надъ другомъ расположенныя отверстія, высота которыхъ гораздо меньше ширины; чрезъ верхнее пускаютъ воздухъ, чрезъ нижнее же газъ (имѣя въ виду ихъ разность плотностей; воздухъ тонетъ въ газѣ, а газъ поднимается въ воздухѣ), и они, смѣшиваясь, горятъ сравнительно длиннымъ пламенемъ. Иногда направленіе отверстій ставятъ подъ сходящимся угломъ, а очень нерѣдко располагаютъ 3 отверстія для воздуха въ перемежку съ 2 отверстіями для газа, причемъ смѣшеніе идетъ скорѣе и пламя получается короче. Регулируя отверстія трубъ, можно уже получать, по мѣрѣ надобности, или возстановительное пламя при избыткѣ газа, или окислительное, при избыткѣ воздуха. Въ слѣдующей главѣ мы познакомимся съ такимъ регенеративнымъ устройствомъ печей, которое позволяетъ предъ сожиганіемъ накаливать какъ воздухъ, такъ и газъ, и чрезъ это достигать наивысшихъ температуръ, примѣняемыхъ нынѣ въ техникѣ, при сожиганіи топлива (электрическія печи даютъ еще высшія t). Во всякомъ же случаѣ, открытіе способовъ полученія воздушнаго газа и пользованіе имъ составляетъ одно изъ очень важныхъ завоеваній современной техники, именно потому, что оно даетъ легкую возможность примѣнять всевозможные виды горючихъ веществъ, начиная отъ отбросовъ, подобныхъ древеснымъ опилкамъ и хвойнымъ шишкамъ, для полученія наивысшихъ температуръ. Только нельзя забывать, что непремѣннымъ условіемъ выгодности здѣсь является непрерывность производства, такъ что примѣненіе генераторныхъ газовъ послужило поводомъ къ созданію многихъ непрерывныхъ заводскихъ процес-

---

[30] Въ томъ случаѣ, когда воздушный газъ поступаетъ въ регенераторную печь (гл. 2) и подвергается, какъ и воздухъ, предъ сожиганіемъ накаливанію (на счетъ тепла отработавшаго пламени), предварительное охлажденіе газа столь же мало выгодно и необходимо, какъ и въ другихъ случаяхъ (если не требуется очищенія газа), потому что выгоднѣе весь регенераторъ примѣнить для нагрѣва одного воздуха, если газъ самъ по себѣ поступаетъ уже достаточно нагрѣтымъ.

[31] Обыкновенно нѣск. генераторовъ для лучшаго сохраненія мѣста и тепла и для удобства надсмотра ставятъ рядомъ, проводя газъ изъ всѣхъ въ одну общую трубу, что дѣлаетъ газъ болѣе равномѣрнымъ по составу и свойствамъ. Помѣщеніе около каждой печи своихъ генераторовъ имѣетъ то хозяйственное достоинство, что мастера (артель), ведущіе извѣстную печь, легче при этомъ могутъ наблюсти за соотвѣтственнымъ и успѣшнымъ ходомъ генераторовъ, что ведетъ къ успѣшности работы.

[32] Судя по средн. составу обыкновеннаго (не лучшаго) воздушнаго газа, а именно, по объему: 26% CO, 4% CO^2, 59 N^2, 8 H^2 и 3% CH^4 (вѣсъ куб. метра при 0° и 760 мм. тогда =1176 гр.), а по вѣсу около: 28% CO, 7 CO^2, 63% N^2, 0,6 H^2 и 1,4% CH^4, на 1 вѣсовую часть его требуется около 0,28 ч. кислорода или около 1,2 ч. воздуха, а такъ какъ плотность воздушнаго газа, по воздуху, близка къ 0,9, то на одинъ объемъ воздушнаго газа средн. состава (чѣмъ болѣе подмѣсь водяного газа — тѣмъ болѣе требуется воздуха) требуется около 1,1 объемовъ воздуха, т. е. объемъ воздуха лишь немного болѣе объема газа.

совъ, напр. полученія стали по способу Мартена (гл. 4), стекла въ ваннахъ и т. п. Но до сихъ поръ попытки примѣненія воздушнаго газа для полученія чугуна нельзя считать ни достаточно настойчивыми, ни удачными или выгодными, а топки имъ паровыхъ котловъ (что должно быть очень выгодно) рѣдки и не распространились, хотя здѣсь имѣется простѣйшее рѣшеніе вопроса о бездымномъ горѣніи [33].

Съ воздушнымъ газомъ весьма сходенъ, какъ по происхожденію, такъ и по составу, горючій газъ, выдѣляющійся изъ доменныхъ печей, но съ нимъ мы познакомимся въ 3-й главѣ.

§ 20. Изложенныя выше свѣдѣнія о природѣ и свойствахъ различныхъ видовъ топлива, примѣняемыхъ въ промышленности, позволяютъ въ каждомъ частномъ случаѣ разумно рѣшить важный хозяйственный вопросъ заводовъ и фабрикъ о выборѣ топлива, если представляется возможность такого выбора[1].

Чтобы облегчить сличеніе, въ прилагаемой таблицѣ помѣщенъ сводъ важнѣйшихъ данныхъ, относящихся къ среднему обычнѣйшему составу, который, какъ и всѣ данныя, отнесенъ къ 1-му килогр. (1000 гр.) топлива, такъ что и Q' (колич. тепла, считая образующуюся при горѣніи воду остающеюся въ паробразномъ видѣ) выражено въ килограммовыхъ единицахъ тепла (т. наз. «большихъ» калоріяхъ). Что касается до объема воздуха, потребнаго для горѣнія, то онъ выраженъ въ кубическихъ

---

[33] Затрудненія, встрѣтившіяся при пользованіи генераторными газами для топки паровыхъ котловъ, не малочисленны. Прежде всего размѣры генераторовъ (а малые легко стынутъ и даютъ газъ худого качества) такъ велики, что мало отвѣчаютъ обыч. паровымъ котламъ. Затѣмъ очень важна непрерывность топки генераторовъ (безъ нея въ остывшемъ генераторѣ теряется много топлива на растопку), а котлы часто останавливаютъ на ночь. Но всего важнѣе то, что подъ котломъ—вслѣдствіе низкой температуры — съ воздухомъ, не подвергнувшимся предварительному нагрѣванію (его всегда можно достигать на счетъ тепла дыма—рекуперацію, гл. 2), генераторные газы легко потухаютъ, а затѣмъ могутъ давать взрывы. Всѣ эти и нѣк. иныя затрудненія, очевидно, можно въ соотвѣтственныхъ условіяхъ (при непрерывной топкѣ) преодолѣть, но до сихъ поръ въ этомъ отношеніи не сдѣлано должныхъ усилій. Правда, что Понсаръ, Шуль и Кнаутъ и многіе другіе предложили и испробовали приспособленіе генераторовъ къ паровымъ котламъ, но эти единичныя усилія, давно повторяющіяся, не привели пока къ широкому распространенію. Болѣе обѣщаютъ и распространяются печи, подобныя печи Boetius (§ 9, рис. 9), въ которыхъ въ сущности генераторъ помѣщается прямо въ топку печи и горѣніе выдѣляющагося газа идетъ на счетъ предварительно подогрѣтаго воздуха, но и они выгодны только при непрерывности.

[1] Само собою разумѣется, что вездѣ, гдѣ возможно, должно топливо замѣнять вѣтряными, водяными и т. п. на мѣстѣ имѣющимися даровыми, если можно такъ выразиться, двигателями, которые могутъ дать не только работу—какъ паровыя машины, но и гальв. токъ, свѣтъ и теплоту. Чтобы сколько либо ориентироваться въ этомъ отношеніи, сдѣлаемъ нѣск. краткихъ замѣчаній.

Средняя высота паденія Ніагарскаго водопада равна 49 метрамъ и онъ въ 1 секунду среднимъ числомъ даетъ около 6030 куб. метровъ воды (около 213000 куб. футовъ). Слѣдовательно, вся работа этой массы воды близка къ 300.000.000 килограммометрамъ въ секунду, что отвѣчаетъ постоянной работѣ 4.000.000 милліонамъ лошадиныхъ силъ, если разсчитывать безъ потерь. А такъ какъ въ часъ на 1 такую силу идетъ около 1 килогр. кам. угля, въ годъ же на постоянную работу не менѣе 9 метрическихъ тоннъ, то значитъ—одна Ніагара *можетъ* замѣнить сожиганіе въ годъ 36 милл. тоннъ к. угля (а С.-А. С. Штаты добываютъ въ годъ уже около 200 милл. т.). Судя по опыту (Morehead, de Chalmont), водяные двигатели содержаніемъ турбины и электрическою передачею стоятъ въ годъ около 10 руб. (5 долларовъ) на каждую лошадиную силу, и 9 тоннъ угля (около 550 пуд.) стоятъ по крайней мѣрѣ 50—60 руб., то есть и при современныхъ цѣнахъ денежный расходъ на водяные двигатели съ динамо-машиной въ 5 — 6 разъ менѣе расхода на паровыя машины. Уже давно предлагается воспользоваться водопадомъ Иматра, для снабженія Петербурга силою, потребною для его промышленности, пользуясь токомъ отъ динамо-машины, и разсчеты, сдѣланные въ этомъ отношеніи, приводятъ, примѣрно, къ такой же стоимости. Финляндія очень много выгадываетъ въ развитіи своей промышленности, усиленно пользуясь водяными двигателями. Да и паденіемъ (теченіемъ) воды во всѣхъ рѣкахъ и еще проще — вѣтромъ можно воспользоваться для немалаго сбереженія топлива. Придетъ свое время и, навѣрное, вода и вѣтеръ, какъ повсемѣстные двигатели, вновь и повсюду станутъ на ближайшую очередь. Теперь мало еще заботятся объ этомъ только потому, что топливо все еще дешево, а знаніе и пониманіе, необходимыя для правильнаго здѣсь пользованія — рѣдки, то есть въ сущности дороги, такъ какъ оцѣнка часто находится въ несвѣдущихъ рукахъ, первобытные же пріемы утилизаціи воды и вѣтра мало надежны и лишены уравнительности, надобной для непрерывности.

метрахъ при 0° и 760 мм. давленія, считая въ 1 куб. метрѣ 297 гр. (§ 7 [2]) кислорода. Въ отношеніи состава указано только содержаніе углерода, водорода и кислорода, а количества влажности, золы и азота (а для газовъ N^2 и CO^2), не вліяющія на теплопроизводительность, не приведены, т. е. принято ихъ содержаніе, какъ оно дано для среднихъ чиселъ §§ 11—19.

Отсюда очевидно, что, по мѣрѣ возрастанія потребности въ воздухѣ, возрастаетъ и колич. тепла, доставляемое горѣніемъ топлива [2], а именно на каждый куб. метръ воздуха (0° и 760 мм.) выдѣляется для обычныхъ твердыхъ и жидкихъ видовъ топлива, которые одни мы далѣе и будемъ имѣть въ виду, около 910 ед. тепла, или, что одно и тоже, для произведенія каждой килограммовой

Средній (приближенный) выводъ на 1 килогр. топлива.	Въ 1 килограммѣ Углерода.	Водорода.	Кислорода.	Для сожиганія надо воздуха при 0° и 760мм.	Теплопроводительность Q.	Теплопроводительность, считая воду въ парахъ.	Испаряетъ воды 0°—100° въ паровикѣ (см. далѣе).	
	Граммовъ:			Кб. метр.	Ед. т.	Q' ед. т.	Килогр.	
Дрова (20% влажн.) . . .	400	48	345	3,72	3790	3400	4,3	= Q'0,8/640.
Торфъ (брикетъ) (10% вл.)	488	51	284	4,80	4750	4420	5,5	
Бурый уголь (8% вл.) . .	568	42	220	5,45	5280	5010	6,3	
Сухой к. уголь	732	48	110	7,48	7000	6700	8,4	
Газовый »	795	50	70	8,24	7750	7500	9,4	
Коксовый »	835	48	62	8,57	8040	7770	9,7	
Антрацитъ	880	18	14	8,33	7630	7500	9,4	
Древесный уголь (10% вл.)	820	15	40	7,62	6990	6850	8,6	
Коксъ (2% вл.)	870	4	15	7,86	7160	7120	8,9	
Нефтяные остатки	860	120	16	10,89	10520	9870	13,9	
	CO	H^2	CH^4					= Q'0,9/640.
Природный газъ.	—	27	885	12,63	12680	11340	15,9	
Водяной газъ [1 bis] . . .	738	61	20	3.33	4168	3810	5,4	
Паровоздушный газъ . . .	285	11	—	0,84	1074	1020	1,4	
Воздушный газъ.	278	4	12	0,80	975	940	1,3	

[1 bis] Для водянаго, паровоздушнаго и воздушнаго газовъ принятъ средній ихъ составъ, судя по извѣстнымъ анализамъ, а именно:

	CO	H^2	CH^4	$\frac{1}{2}N^2+CO^2$
По объему %				
Водяной г. . .	42	48	2	4+4
Паровоздуш. г. .	26	14	—	53+7
Воздушный г. .	27	5	2	62+4
По вѣсу %				
Водяной г. . .	73,8	6,1	2,0	18,1
Паровоздуш. г. .	28,5	1,1	—	70,4
Воздушный г. .	27,8	0,4	1,2	70,6

При 0° и 760 мм. одинъ кб. метръ перваго газа вѣситъ 711 гр., второго 1142 гр. и третьяго 1215 гр. Разсчетъ Q сдѣланъ по даннымъ стр. 92, по вѣсовому %.

[2] Для твердыхъ (и жидкихъ) видовъ топлива вообще можно принять, что въ среднемъ на одинъ куб. метръ воздуха (0° и 760 мм. давленія) выдѣляется около 910 (отъ 890 до 935) ед. тепла требуется около 0,0011 куб. метра воздуха при 0° и 760 мм., а т. к. кб. метръ его вѣситъ 1,293 кил., то для произведенія 1 единицы тепла требуется около 0,0014 единицъ вѣса воздуха. Слѣдовательно, если 1 вѣс. часть топ-

килограммовыхъ ед. тепла Q', а для газообразныхъ около 1000 е. т. Это согласуется съ правиломъ пропорціональности между теплотою горѣнія и количествомъ требуемаго кислорода (§ 8 [14]) и наводитъ на мысль о томъ, что истинный источникъ теплоты горѣнія должно искать въ кислородѣ. Замѣтимъ еще, что для горѣнія килогр. чистаго угля требуется 8,98, а чистаго водорода 26,93 куб. метровъ воздуха, и что при этомъ на 1 куб. м. воздуха въ первомъ случаѣ выдѣляется 902 б. калор., а во второмъ 1077 (если вода остается въ парахъ, а если превращ. въ жидк., то 1282 б. к.), что и приближается къ общему правилу, такъ какъ уголь тѣло твердое, а водородъ газъ.

лива даетъ Q′ ед. тепла, то для горѣнія требуется около Q′.0,0014 ед. вѣса воздуха. Но при твердомъ топливѣ для полноты горѣнія впускаютъ вообще въ n разъ болѣе воздуха, и только въ лучшихъ условіяхъ $n=1{,}5$, обыкновенно же около 2, а часто, особенно въ домашнихъ топкахъ, и гораздо болѣе. Поэтому, количество дыма или продуктовъ горѣнія на 1 вѣсовую часть топлива (не обращая вниманія на золу) равняется по вѣсу: $1+n\,Q'0{,}0014$. Все колич. тепла Q′ нельзя по существу дѣла передать нагрѣваемому веществу, и для тяги дымовой трубы необходимо, чтобы дымъ выходилъ (изъ печи) нагрѣтымъ (сверхъ темп. входящаго воздуха) до T°, а именно до 150°, даже 350°, въ среднемъ (для заводскихъ печей) около до 250°. Теплоемкость дымовыхъ газовъ нельзя принять менѣе 0,27 [3], поэтому въ дымѣ на 1 ч. топлива теряется ед. тепла T. 0,27 $(1+n\,Q'0{,}0014)$, а потому при горѣніи 1 вѣсов. части топлива для нагрѣванія идетъ во всякомъ случаѣ (не считая потерь тепла на лученспусканіе и на неполноту горѣнія) не болѣе:

$$Q' - T\,(0{,}27 + n'_1 Q'0{,}00038) \text{ е. т.}$$

Принимая $n=2$ и T=250°, получаемъ для топлива, подобнаго дереву и торфу, когда Q′ близко къ 4000, потерю въ дымѣ около 828 ед. тепла или около 20%, а для топлива, подобнаго лучшимъ каменнымъ углямъ, когда Q′ близко къ 7500, потеря въ дымѣ достигаетъ 1493 ед. тепла или опять около 20% [4].

Слѣдовательно, *въ дымъ обыкновенно (когда n около 2) уносится около 20% тепла Q′, топливомъ развиваемаго.* При этомъ отъ 5 до 8% тепла разсѣивается лученспусканіемъ [5] и передачею тепла сосѣднимъ предметамъ (воздуху, омывающему печь, почвѣ и т. п.). Только для нефтяныхъ остатковъ, горючихъ газовъ и угольной пыли можно принимать n близкимъ къ 1, и тогда при T=250° потеря въ дымѣ обыкновенно не превосходитъ 10 процентовъ, а потому въ пользу нагрѣванія идетъ до 90%, что и принято при разсчетѣ послѣдняго столбца предшествующей таблицы.

Эти до нѣкоторой степени теоретическіе (апріорные) выводы совершенно оправдываются практикою при топкѣ паровыхъ котловъ, судя по количеству испаряющейся воды, а этимъ способомъ нерѣдко прямо выражаютъ достоинство топлива. Однако, опредѣляя дѣйствительно—испаряемое въ паровикѣ коли-

---

[3] Такъ какъ теплоемкость воздуха отъ 0° до 300° близка къ 0,25, но подмѣсь водяныхъ паровъ ее значительно увеличиваетъ (§ 9).

[4] Эта потеря сокращается: а) по мѣрѣ уменьшенія n, то-есть избытка воздуха (напр. при $n=1$, для Q′=7500 потеря въ вышеуказанныхъ условіяхъ=847 е. т. или около 11%) и б) по мѣрѣ пониженія темпер. дыма (напр. при $n=2$ и T=150° для углей она около 896, т. е. около 12%), но вообще менѣе 10% не спускается, а въ среднемъ никакъ не менѣе 15%. Можно поэтому проще и общѣе считать % потери тепла въ дымѣ близк. къ T . n 0,0425, гдѣ T есть темпер. дыма (при входѣ въ боровъ, ведущій къ трубѣ), а n всегда болѣе 1 и есть отношеніе между количествомъ воздуха, дѣйствительно вошедшимъ въ печь и необходимымъ для полнаго горѣнія.

Если же принять, какъ показано въ § 7 [18], что для каменныхъ углей вообще $n=16/p$, гдѣ p есть объемный процентъ CO^2 въ охлажденномъ дымѣ, то процентную потерю тепла въ дымѣ для каменныхъ углей должно принять = T.0,68/p. Sigert для каменныхъ углей принимаетъ подобную же формулу, выражающую потерю тепла въ дымѣ, а именно 0,65T/p, гдѣ подъ T подразумѣвается разность температуръ дыма и воздуха, входящаго въ печь. Такая формула (% потери тепла въ дымѣ = T0,68/p) облегчаетъ всѣ разсчеты и позволяетъ дѣлать непосредственныя сужденія о состояніи каждой топки, въ которой помѣщенъ газометръ (§ 7), такъ что, не прерывая хода топки, можно дѣлать разнообразныя поправки, назначенныя для уменьшенія потерь тепла въ дымѣ (см. гл. 2).

[5] Чтобы показать примѣръ распредѣленія тепла, развиваемаго каменноугольнымъ топливомъ, привожу результатъ опыта Longridge (1888 г.) въ ланкширскомъ (съ внутреннею топкою и подогрѣвателями или кипятильниками) паровикѣ (вся поверхность нагрѣва 2670 кв. фут.), выражая результатъ въ % отъ тепла, содержащагося въ топливѣ: 78,38% тепла пошло на испареніе воды въ котлѣ, 10,35% тепла ушло съ дымомъ чрезъ трубу, 4,75% пошло на испареніе влажности топлива, на нагрѣваніе золы и осталось въ видѣ мелкаго угля, провалившагося въ вольникъ, наконецъ на всѣ остальныя потери, въ томъ числѣ и на лученспусканіе, приходится 6,52% тепла. Этотъ результатъ слѣдуетъ исправить въ томъ отношеніи, что 4,28% топлива не сгорѣло и осталось въ видѣ мелочи въ зольникѣ; обыкновенно этотъ родъ потери, при углях, не растрескивающихся въ жару, гораздо меньше. Сдѣлавъ эту поправку, получаемъ около 82% полезнаго дѣйствія, какъ это и бываетъ въ хорошихъ паровикахъ, при правильной топкѣ. Вообще потеря на лученспусканіе при паровыхъ котлахъ рѣдко превосходитъ 9%.

чество воды при начальной температурѣ воды $t°$ и при окончательной температурѣ паровъ T., необходимо предварительно сдѣлать поправку, т. е. узнать, сколько бы испарилось воды, если бы начальная температура ея была 0°, а температура паровъ 100°—иначе числа не будутъ сравнимы, такъ какъ въ разныхъ случаяхъ t и T бываютъ очень не одинаковы и опытныя опредѣленія не могутъ быть между собою согласными.

При этомъ можно принимать, что для нагрѣванія (безъ испаренія) отъ 0° до t одного грамма воды расходуется слѣдующее количество единицъ тепла q [6].

$t =$	10°	30°	50°	70°	90°
$q =$	10,0	29,8	49,8	70,2	90,8 ед.т.;

при $t = 100$ около 101,4; при $t = 200$ около 223,6 ед. т. или, съ достаточною для практики точностію, вообще:

$$q = t(1 - 0{,}0003t + 0{,}000005t^2).$$

А для превращенія воды, имѣющей 0°, въ паръ, имѣющій $T°$, можно принять, что расходуется единицъ тепла L:

$T =$	100°	150°	200°
$L =$	640	667	702

и вообще въ предѣлѣ опытной точности (которая здѣсь не болѣе 1%):

$$L = 640 + 0{,}6(T - 100)$$

Разность L—q покажетъ количество тепла, дѣйствительно израсходованнаго въ опытѣ на каждую вѣсовую единицу воды, когда даны T (темп. пара) и t (темп. питающей воды). Если бы начальная ея температура была 0°, а пары имѣли 100°, то израсходовалось бы 640 ед. тепла, а потому исправленный (на температуру воды и пара) вѣсъ испарившейся воды найдется, умножая наблюденный вѣсъ испарившейся воды N на дробь $(L-q)/640$. Такъ, напр.,

---

[6] Теплоемкость воды вообще велика и мало измѣняется съ температурою, но мѣра измѣненія опредѣляется съ большимъ трудомъ, и показанія разныхъ изслѣдователей въ этомъ отношеніи довольно различны (напр. при 100°: Реньо 1,013, Жаменъ и Аморн 1,122, Мюнхгаузенъ 1,042, Генрихсенъ 1,072, Баумгартнеръ 1,031 и т. д.). Часто даже прямо принимаютъ теплоемкость при 18° (или 15°) = 1, какъ при 0°, а иногда среднюю теплоемкость отъ 0° до 100° признаютъ за 1. Изъ всѣхъ изслѣдованій, касающихся этого предмета, я послѣ должной оцѣнки пріемовъ вывода, остановился на двухъ, какъ заслуживающихъ, по мнѣнію моему, наибольшаго довѣрія, а именно, во-первыхъ, на выводахъ Эттингена, въ отношеніи къ температурамъ, близкимъ къ 100°, когда, по нему, теплоемкость = 1,073, и, во-вторыхъ, на опредѣленіяхъ Бартоли и Страчіати (1893), изслѣдовавшихъ теплоемкость воды отъ —6° до +31° и нашедшихъ, что она достигаетъ наименьшаго значенія около +20°, когда = 0,9929. Velten, Dieterici и Iohanson также нашли, что при нагрѣваніи отъ 0° теплоемкость воды сперва падаетъ и только потомъ возрастаетъ, что согласно и съ измѣненіемъ другихъ свойствъ воды (напр. плотности и сжимаемости). Принявъ теплоемкость при 0°=1, при 20°=0,993 и при 100° = 1,073, получаемъ:

$$c = 1 - 0.00062t + 0{,}0000135t^2$$

(по Реньо же принимаютъ обыкновенно $c=1+0{,}00004t+0{,}0000009t^2$). Изъ этого слѣдуетъ, что для нагрѣванія 1 ч. воды отъ 0° до $t°$ расходуется единицъ тепла:

$$q = t(1 - 0{,}00031t + 0{,}0000045t^2). \quad . \quad . \quad (I)$$

напр. отъ 0° до 100° 101,4 ед. тепла, до 200° 223,6 ед. тепла. Численныя значенія для 10—90° даны въ текстѣ вслѣдъ за симъ.

Для скрытаго тепла испаренія воды при 100° Реньо нашелъ (что обык. и принимается) 534 ед. тепла, Griffits (1895) новыми тщательными опытами получилъ $L=596{,}73-0{,}601T$, а Harker (1896) для всей теплоты нагрѣванія отъ 0° до 100°, когда вода превращается въ паръ, нашелъ 640,9 ед. тепла, откуда, считая по (I) теплоту нагрѣванія до 100° равною 101,4, находимъ скрытое тепло = 539,5 при 100°. Тогда по Griffits $l = 536{,}6$; поэтому я далѣе и принимаю, какъ наиболѣе нынѣ достовѣрное число, скрытое тепло при 100° = 538. Считая затѣмъ на основаніи опред. Griffits, что измѣненіе l съ темпер. равно 0,6, получаемъ вообще для $T°$ скрытое тепло испаренія (считая воду и паръ при T) близкимъ къ:

$$l = 598 - 0{,}6T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

Совокупность (I) и (II) формулъ показываетъ, что, ввявъ воду (жидкую) при $t=0°$ и получая паръ при T=100°, израсходуемъ почти 640 ед. тепла (по Реньо 637). А потому приближенно можно принимать весь расходъ тепла, если вода взята при t, а паръ полученъ при T равнымъ:

$$640 + 0{,}6(T - 100) - t \quad . \quad . \quad . \quad (III)$$

Эта простая формула дастъ колич. тепла, расходуемаго для превращенія воды, обладающей темпер. t, въ паръ, имѣющій темпер. T (отъ 100° до 200°), съ точностію совершенно удовлетворяющею практикѣ (погрѣшность менѣе 1%). Чаще же всего нынѣ принимаютъ, что количество тепла равно $606{,}5+0{,}305T-t$. Для темпер. 100°—125° она даетъ величины, близкія къ дѣйствительности, но для 150°—200° разности уже не маловажны (но здѣсь есть и сомнительность). Напр. для 200° формула Реньо даетъ 667,5, а новѣйшіе опыты около 700 ед. тепла, формула же (III) для 200° даетъ 700.

если опытъ далъ при сожиганіи нѣк. количества топлива *100* килограммовъ испаренія воды ($N = 100$), имѣвшей начальную темпер. 10°, при температурѣ пара 150°, то получилось *100* (667—10) или 65700 ед. тепла, а если бы вода имѣла 0° и паръ 100°, испарилось бы $\frac{65700}{640}$ или 102,7 кил. воды [7].

Такимъ образомъ, нагрѣвательную способность одной вѣсовой части топлива можно измѣрять количествомъ воды, взятой при 0° и переходящей въ пары, имѣющіе температуру 100°, считая, что на одну часть воды при этомъ расходуется 640 единицъ тепла. Очевидно, судя по предыдущему, что въ обычныхъ печахъ лучшаго устройства для видовъ топлива, требующихъ избытка воздуха ($n=2$), это количество испаряемой воды близко къ Q' 0,8/640 или $Q'/800$ (какъ и принято въ предшествующей таблицѣ), а для пылевиднаго, жидкаго и газообразнаго топлива оно близко къ Q'0,9/640 или къ $Q'/711$. А такъ какъ $Q' = Q - 600\,aq$ (если aq есть колич. воды, происходящей при горѣніи изъ 1 вѣсов. части топлива), а Q узнается по составу ($Q = 81\,c + +300\,h - 26\,(o - s)$), то, зная составъ, узнаемъ и количество испаряемой воды при полномъ горѣніи, напр. для чистаго угля $Q = Q' = 8100$, а потому испаряется 8100/800 или около 10,1 ч. воды. Изъ прямыхъ и многочисленныхъ опытовъ извѣстно, напримѣръ, что лучшій к. уголь испаряетъ въ хорошемъ котлѣ, при правильномъ уходѣ, отъ 9 до $9^1/_2$ ч. воды. Это значитъ, что въ пользу испаренія онъ даетъ отъ 5760 до 6080 ед. тепла. Считая $20^0/_0$ всего тепла Q' на дымъ и на постороннее нагрѣваніе (лучеиспусканіе, нагрѣвъ воздуха и т. п.), получаемъ, что для такого угля Q'=отъ

---

[7] При опредѣленіи въ паровикѣ количества испаряющейся воды, очевидно, должно принимать многія предосторожности, напр. количество воды и давленіе (слѣд. и T) въ котлѣ должны оставаться *строго* постоянными во все время опыта (т. е. его можно начинать лишь послѣ установившагося правильнаго дѣйствія), измѣрять слѣдуетъ воду, подаваемую питающимъ насосомъ, и если условія опыта позволяютъ, провѣрять по количеству конденсируемой воды; топливо и притокъ воздуха слѣдуетъ держать также по возможности въ постоянномъ количествѣ; а чтобы получить надлежащую точность, должно длить опытъ сколь возможно дольше, манометръ и термометры вывѣрить предъ опытомъ, уровень воды въ котлѣ не измѣнять и т. п. Все это, а особенно количество сгорѣвшаго топлива (т. к. его количество на колосникахъ можно опредѣлять лишь на глазъ, а измѣряя подброшенный вѣсъ топлива, дѣлаютъ предположеніе о томъ, что масса топлива на колосникахъ остается тою же въ концѣ опыта, какою была въ началѣ), трудно достижимо или требуетъ такой сложности, какую имѣютъ опыты мюнхенской станціи (стр. 85—87), а потому и выходитъ нерѣдко на дѣлѣ такъ, что вмѣсто опыта съ топливомъ происходитъ испытаніе или котловъ и печей, или истопниковъ и руководителей опыта. Большія, крупныя цифры (напр. отчеты о долгомъ плаваніи въ морѣ, при полномъ учетѣ угля и частомъ опредѣленіи давленій и скоростей) выходятъ здѣсь нерѣдко болѣе поучительными, чѣмъ краткосрочныя испытанія, произведенныя безъ достаточно точной обстановки. Во всякомъ случаѣ, большого довѣрія множество публикуемыхъ испытаній этого рода не заслуживаютъ, и тѣ изъ практическихъ дѣятелей, которые еще попынѣ часто вѣрятъ только «практическимъ» опытамъ, упускаютъ болѣе простые и несравненно болѣе точные способы чисто лабораторныхъ изслѣдованій, какіе выработаны въ настоящее время именно ради невозможности достигать безупречныхъ данныхъ во многихъ случаяхъ заводской практики. Нельзя также упускать изъ виду и того, что «практическія» опредѣленія въ большомъ видѣ, напр. надъ топливомъ въ большихъ паровыхъ котлахъ (а въ малыхъ котлахъ опыты еще менѣе надежны), стоятъ дорого и занимаютъ очень много времени. Все это заставляетъ совершенно ясно высказать мысль о томъ, что опыты сравнительнаго изученія видовъ топлива при помощи отопленія ими случайныхъ паровыхъ котловъ, безъ большой массы необходимыхъ точныхъ дополнительныхъ изслѣдованій, даютъ обыкновенно мало надежные результаты. Надо не забывать, что современное опытное знаніе, опирающееся на лабораторныя (т. е. въ малыхъ размѣрахъ, но съ возможно точною и опредѣленною обстановкою) опредѣленія—само стремится совпасть съ дѣйствительностію и изыскиваетъ пути, по возможности, побѣдить всѣ трудности опытнаго изученія предмета, борьба съ которыми для самой заводской практики часто совершенно не посильна. Только отъ единства усилій «теоріи» и «практики» можно ждать умноженія плодовъ современнаго направленія промышленности, всякія же оттѣнки недовѣрія къ «теоріи» со стороны «практики» только лишаютъ эту послѣднюю простѣйшихъ и удобнѣйшихъ способовъ къ достиженію наилучшихъ возможныхъ результатовъ. Есть много дѣлъ, гдѣ опытъ хорошо можетъ быть обставленъ только въ большихъ размѣрахъ дѣйствительности, а есть и такія дѣла, гдѣ только въ маломъ видѣ и въ лабораторіи можно получить достойныя довѣрія числа. Топливо, по моему мнѣнію, относится къ послѣднему разряду подобныхъ дѣлъ.

7200 до 7600, что и отвѣчаетъ дѣйствительности. Воздушно-сухія дрова въ этомъ смыслѣ испаряютъ отъ 4 до $4^1/_2$ ч. воды, нефтяные остатки отъ $12^1/_2$ до $13^1/_2$ ч. воды и т. д. Этимъ путемъ можно узнавать относительную цѣнность видовъ топлива. Но, конечно, числа эти относятся къ такимъ устройствамъ паровиковъ, гдѣ приняты всѣ извѣстныя мѣры для увеличенія полезнаго дѣйствія, площадь нагрѣва значительна, а площадь охлажденія мала и т. п. Въ этомъ смыслѣ колич. испаряющейся воды при данномъ, извѣстномъ, топливѣ можетъ служить показателемъ качества очага и всѣхъ устройствъ, примѣненныхъ для топки, а по этой двойной зависимости (отъ свойства топлива и отъ устройства печи и паровика) [7 bis] выраженіе достоинства топлива числомъ частей испаряемой воды имѣетъ лишь относительное, мѣстное и временное значеніе, и не можетъ быть точнымъ выразителемъ качества топлива, тѣмъ болѣе, что въ фабрично-заводской практикѣ полученіе водяныхъ паровъ начинается съ воды, имѣющей разную температуру, отъ 0° до 100°.

Таково же, даже еще въ гораздо большей мѣрѣ [8], отношеніе между качествомъ топлива и механическою работою, получаемою въ паровыхъ двигателяхъ. Возьмемъ для примѣра кам. уголь, дающій при сожиганіи (когда вода остается въ парахъ) въ паровикѣ 7500 ед. тепла [9]. Считая $20^0/_0$ потери на дымъ и проч., получимъ, что килограммъ угля передаетъ водяному пару 6000 ед. тепла. А такъ какъ каждая единица тепла, совершенно превращенная въ работу, даетъ ее въ количествѣ 428 килограммометровъ (механическій эквивалентъ тепла), то въ парахъ, добытыхъ при сожиганіи килограмма угля, напр. въ теченіе часа, строго говоря, содержится *возможность* полученія работы 2568000 килограммометровъ въ часъ, или въ секунду около 713 к-м. А такъ какъ работа паровой лошадиной силы=75 килограм-метрамъ, то, сожигая килограммъ угля въ часъ и передавъ тепло пару, расходуютъ запасъ работы $9^1/_2$ паров. лош. силъ. А между тѣмъ въ этихъ условіяхъ получается при помощи паровыхъ машинъ (сожигая одинъ килогр. угля въ часъ) не болѣе, какъ около 1 лош. силы, остальныя (около $8^1/_2$ л. силъ) неизбѣжно теряются. Эту неизбѣжность утратъ энергіи, заключающейся въ топливѣ и парѣ, здѣсь неумѣстно подробно разсматривать [10], а достаточно указать на такъ называемый «второй» законъ термодинамики, который формулируетъ, что въ термическихъ (паровыхъ, дѣйствующихъ прямо тепломъ горючихъ газовъ, взрывомъ, расширеніемъ жидкостей и т. п. способами) машинахъ та часть x всего тепла, передаваемаго прибору, превращается въ работу, которая отвѣчаетъ отношенію паденія температуры $T-t$ къ абсолютной начальной температурѣ, т. е. къ $T+273$ [11], или

$$x = \frac{T-t}{T+273},$$

гдѣ T есть начальная температура дѣйствующаго вещества (каково бы оно ни

[7 bis] Сверхъ того, въ обычныхъ котлахъ и колосниковыхъ топкахъ результатъ (колич. воды, испаряемой даннымъ колич. топлива) зависитъ весьма сильно (до 20 даже до $30^0/_0$, судя по опыту, см. гл. 2) отъ качествъ истопника, его вниманія, опытности и пониманія совершаемой имъ операціи — во всѣхъ ея подробностяхъ.

[8] Примѣненіе топлива для производства пара, какъ видѣли, можетъ быть сопряжено съ утратою не болѣе $15^0/_0$ его теплопроизводительности, хотя нерѣдко утрачивается и до $50^0/_0$. Полученіе же съ помощью топлива движущей силы сопряжено, какъ увидимъ, съ утратою по крайней мѣрѣ $80^0/_0$ тепловой энергіи. Поэтому въ первомъ случаѣ остается уже малая доля для возможности дальнѣйшихъ успѣховъ, во второмъ ихъ много больше.

[9] Надо не забывать, что Q или дѣйствительная теплопроизводительность топлива (§ 8) болѣе Q′ или той, которую мы беремъ въ этомъ §, считая образующуюся воду въ парахъ. Если возьмемъ, напр., к. уголь, содержащій $5^0/_0$ влаги, $80^0/_0$ углерода, $5^0/_0$ водорода, $7^0/_0$ кислорода и $3^0/_0$ азота и золы, то для него $Q = 7798$, а $Q' = 7498$, отчисляя же отсюда $20^0/_0$ на дымъ и др. неизбѣжн. потери топки, получаемъ $Q'' = 6000$, а потому Q′ составляетъ, по отношенію ко всей теплопроизводительности, только около $96^0/_0$, а Q″ около $77^0/_0$.

[10] Это предметъ практической механики. Но то, что сюда относится, разбирается отчасти и во многихъ курсахъ физики и химіи, куда я и долженъ отослать читателя.

[11] Гдѣ 273=1/0,000367 или разность между темпер. 0° и темп. «абсолютнаго нуля» (см. § 9, вын. 35).

было, въ паровыхъ машинахъ это паръ воды), а t окончательная темпер. того тѣла, котор. передано тепло и которое дѣйствуетъ въ машинѣ, остальная же часть тепла (т. е. $1 - x$) остается въ иномъ видѣ (напр. скрытаго тепла и т. п.), а въ работу не переходитъ. Въ паровыхъ машинахъ T есть температура пара, поступающаго на одну сторону поршня, а t есть темпер. холодильника или, если его нѣтъ и отработавшій паръ прямо выпускается въ воздухъ (машины высокаго давленія), t близко къ 100°. Пусть, напр., дана машина, въ которой паръ имѣетъ $T=125°$ (давленіе около 2 атмосф.) и въ холодильникѣ достигается $t=55°$ (давленіе около $^1/_4$ атм.), въ работу можетъ перейти $x=(125-55)/(125+273)$ или только около 0,175, т. е. 17,5% теплоты взятаго пара. Если $T=200°$, а $t=100°$, x опять близко къ 17,5%, что и достигается обыкновенно въ большихъ современныхъ (съ расширеніемъ) паровыхъ машинахъ [12], большинство же хорошихъ, но малыхъ, гдѣ потерь больше, даетъ лишь 10—12% полезнаго дѣйствія, а это и ведетъ къ тому, что на 1 килогр. угля въ часъ получается не 9,5 силъ, а только 1 сила. Очевидно, что величина силы, получающейся отъ топлива, зависитъ отъ T и t и отъ неизбѣжныхъ потерь въ машинѣ и очень сложна, а потому вовсе не можетъ измѣрять достоинство топлива. Тѣмъ не менѣе, на основаніи сказаннаго, во-первыхъ, можно дѣлать примѣрный разсчетъ затраты топлива, если извѣстна потребная рабочая сила (въ паровыхъ лошадяхъ), а во-вторыхъ, обсуждать замѣну одного топлива другимъ и выбирать дешевѣйшее. Если, напр., положить цѣну пуда к. угля хорошаго качества (съ доставкою) около 16 коп., то (за килограммъ угля) лошадиная сила въ часъ обойдется *топливомъ* (не считая капитала, истопниковъ, воды, смазки и т. п.) [12 bis] около 1 к. и за пудъ дровъ въ такомъ случаѣ надо дать менѣе 7 к. (куб. саж. около 15 р.), а за пудъ нефтяныхъ остатковъ не болѣе 23 к., такъ какъ намѣсто 1 пуда угля пойдетъ около 2 пуд. дровъ или около 0,7 пуда нефтяного топлива.

Сообщивъ въ этой главѣ важнѣйшія данныя, относящіяся къ видамъ топлива, примѣняемаго въ фабрично-заводской промышленности, въ слѣдующей главѣ мы перейдемъ къ характеристикѣ печей, въ которыхъ сожигается топливо, и къ разсмотрѣнію условій передачи тепла отъ топлива къ нагрѣваемымъ тѣламъ, что дастъ возможность во всемъ дальнѣйшемъ изложеніи опираться на указанныя свѣдѣнія. Если древній Прометей въ началѣ историческаго быта далъ огонь, то новая промышленность дала ему пищу въ видѣ каменнаго угля, нефти, горючихъ газовъ и т. п. и покорила этотъ огонь, заставивъ его послушно работать на пользу людей, замѣнивъ этимъ способомъ рабовъ древности и усиливая не желѣзныя цѣпи, а стальные пути для свободнаго общенія всего человѣчества и для взаимныхъ обмѣновъ всякаго рода.

Ноябрь 1896 г. (Написано въ Cannes, во Франціи).

Печатаніе кончено въ Спб., въ февралѣ 1897 г.

---

[12] Всего лучше утилизируется теплота (или скрытая, въ химическомъ смыслѣ, энергія) горючихъ матеріаловъ во взрывчатыхъ — газовыхъ и керосиновыхъ—двигателяхъ, не только потому, что въ нихъ избѣгаются потери, совершающіяся въ паровикахъ, но и потому, что здѣсь отношеніе $(T-t)/(T+273)$ можетъ быть и бываетъ больше, чѣмъ обыкновенно въ паровыхъ машинахъ.

[12 bis] При сколько либо значительной (напр. въ 100 лошадиныхъ силъ) паровой машинѣ на ея обзаводство и установку (зданіе, паровикъ, насосы для воды и т. п.) нельзя полагать менѣе 250—300 р. на каждую силу. Считая на погашеніе и % капитала около 32 р. въ годъ, а число рабочихъ дней въ годъ = 320 дней, получимъ въ день на 1 силу этого расхода 10 к. На машиниста, кочегаровъ и подвозку топлива въ день нельзя класть менѣе, чѣмъ по 4 к. на каждую силу (напр. на 100 сильную машину 4 р.). На смазку, смѣну колосниковъ и ремонтъ слѣдуетъ класть примѣрно по 2 к. въ день на силу. Топлива въ день, если счесть работу непрерывною, пойдетъ на каждую силу отъ 20 до 50 килограм. или въ день около 2 пуд. каменнаго угля. Если цѣну его принять въ 16 к., то весь дневной расходъ на каждую силу будетъ около: $10+4+2+32=48$ коп. или, лучше, отъ 30 к. до 60 к. въ сутки (часъ около 2 к.), или въ годъ около 150 р. на каждую лош. силу, при основномъ капиталѣ около 300 р. Подобные разсчеты необходимо сообразовать съ мѣстными условіями и дѣлать неизбѣжно при устройствѣ всякой почти фабрики или завода.

ПОПРАВКИ.

Страница и столбецъ.	Строка.	Напечатано:	Слѣдуетъ исправить:
III предисл.	4 сверху	способъ сліяніе	способъ сліянія
5 лѣв.	3 сверху	плавующую	плавающую
42 прав.	5 снизу	393 384 515 489	437 416 560 538
42 »	4 »	123 117 176 185	123 117 175 172 [1])
55 лѣв.	15 сверху	науками пропродѣ	науками о припродѣ
60 прав.	35 снизу	Оно нынѣ даетъ	Оно (судя по 1892 г.) даетъ
61 лѣв.	23 »	1885 г.	1895 г.
70 »	10 и 11 сверху	и затѣмъ еще нѣкоторыя количества сѣры	(и затѣмъ еще нѣкоторое количество сѣры)
70 »	33 снизу	въ такую пыль	въ тонкую пыль
72 »	7 сверху	всѣмъ	всѣхъ
76 »	3 снизу	иногда	и тогда
79 »	36 »	вѣсованіи	вѣсовомъ
79 »	19 »	(интиленъ)	(и этиленъ)
79 »	16 »	2,226	2,225
79 »	4 »	на объемѣ	на объемъ
95 прав.	12 »	(1892)	(1895)
97 »	11 сверху	1901°	1876° [2])
100 лѣв.	13 »	5,80 1901°	11,60 1876°
100 »	14 »	1814°	1827°
100 »	16 «	1957°	1969°
100 »	17 »	1662°	1726°
100 »	18 »	1831°	1861°
100 »	19 »	13,35 2130°	13,38 2147°
128 прав.	38 сверху	около $3^1/_2$	около $36^1/_2$

[1]) По вновь исправленнымъ оффиціальнымъ свѣдѣніямъ, полученнымъ послѣ печатанія.

[2]) Эта и слѣдующія 6 температуръ разочтены были сперва съ немного иными коэффиц. въ формулѣ III, а когда были приняты тѣ, которые напечатаны, пересчетъ былъ забытъ. Сущность выводовъ отъ указанной перемѣны не измѣняется и изъ полученныхъ перемѣнъ видно, что при современномъ запасѣ данныхъ о теплоемкостяхъ CO^2, H^2O и N^2 нельзя ручаться за 30°—50°.

Основы химіи. Д. Менделѣева. 6 изданіе. Ц. 5 р.

Два Лондонскихъ чтенія. Д. Менделѣева. 2 изданіе съ портретами Ньютона и Фарадэя. Ц. 40.

Толковый тарифъ. Д. Менделѣева. Ц. 5 р.

О соединеніи спирта съ водою. Д. Менделѣева. Ц. 1 р. 50 к.

Нефтяная промышленность въ сѣверо-американскомъ штатѣ Пенсильваніи и на Кавказѣ. Д. Менделѣева. Ц. 1 р. 50 к.

Гдѣ строить нефтяные заводы? Д. Менделѣева. Ц. 80 к.

Бакинское нефтяное дѣло въ 1886 году. Д. Менделѣева. Ц. 1 р. 50 к.

Объ упругости газовъ. Д. Менделѣева. Томъ I, съ 12-ю таблицами рисунковъ. Ц. 7 р.

О сопротивленіи жидкостей и о воздухоплаваніи. Д. Менделѣева. Выпускъ I, съ 12-ю таблицами чертежей. Ц. 2 р. 50 к.

О барометрическомъ нивелированіи и примѣненіи для него высотомѣра. Д. Менделѣева. Съ 1-ю таблицею рисунковъ. Ц. 2 р.

Монъ. Метеорологія или ученіе о погодѣ. Съ 12-ю картами и 34 рисунками. Переводъ Н. Іорданскаго и Ѳ. Капустина, подъ редакціею Д. Менделѣева. Ц. 4 р.

Матеріалы для сужденія о спиритизмѣ. Съ 20-ю рисунками и чертежами. Изданіе Д. Менделѣева. Ц. 4 р.

Д. Менделѣевъ. **Изслѣдованіе водныхъ растворовъ по удѣльному вѣсу**. Ц. 4 р.

Основы фабрично-заводской промышленности (Основы технологіи). Изданіе Д. Менделѣева:

Выпускъ 1-й. Предисловіе, введеніе и гл. I: о топливѣ. Д. Менделѣева. Ц. 1 р. 80 к.

Подписка на это изданіе не принимается, но лица, желающіе получать слѣдующіе выпуски по мѣрѣ ихъ выхода почтою съ наложеннымъ платежемъ, могутъ обращаться въ книжный складъ М. М. Стасюлевича *(С.-Петербургъ, Васильевскій Островъ, 5-я линія, домъ № 28)*.